



دانشگاه تهران
پردیس دانشکده‌های فنی
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر



مدل‌سازی عملیات انتشار شوک اقتصادی در شبکه تجاری بین صنایع کشورها

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی
در رشته مهندسی کامپیوتر گرایش نرم‌افزار

نگارنده:

محیا قینی - ۸۱۰۱۹۶۶۱۵

استاد راهنما:

دکتر مسعود رهگذر

بهمن‌ماه ۱۴۰۰

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تعهدنامه اصالت اثر
باسمه تعالی

اینجانب محیا قینی تأیید می‌کنم که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل تلاش اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آنها استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است. کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشکده فنی دانشگاه تهران می‌باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو : محیا قینی

امضای دانشجو :



تقدیم^۱ به:

.....

تقدیم به خانواده‌ام که در هر حالی پشتیبان و همراه من بودند.

¹ Dedication

تشکر و قدردانی^۱:

.....

لازم می‌دانم از آقای دکتر رهگذر بابت تمام راهنمایی‌ها و همکاری‌هایشان تشکر کنم. امیدوارم دست‌آورد این پروژه بتواند بخشی از زحمات ایشان را جبران نماید.

همچنین قدردان آقایان مهندس بنایی و شیروانی هستم که دانش و تجربیات خود را بی‌دریغ با من به اشتراک گذاشتند.

¹ Acknowledgements-

در دنیای امروز یکی از مهم ترین انواع روابط بین کشورها ارتباط تجاری میان صنایع آنهاست. این روابط تاثیر بسزایی بر رشد اقتصادی و رفع نیازهای داخلی هر کشور دارد. اهمیت تجارت خارجی بخصوص صادرات، بر رشد اقتصادی و ارتقاء امکانات رفاهی ملت ها بر کسی پوشیده نیست.

علاوه بر روابط تجاری، بین کشورها روابط سیاسی نیز حائز اهمیت است. رابطه سیاسی و تصمیماتی که تحت تاثیر آن دولت ها می گیرند؛ بر روابط تجاری و در نتیجه روابط اقتصادی بین کشورها بسیار تاثیرگذار است. در علم اقتصاد درک درست از تاثیر حوادث بر تغییرات حجم مبادلات، داده های اقتصادی و تجارت خارجی بسیار ضروری می باشد. یکی از ابزارهای بررسی تغییرات داده های اقتصادی بین صنایع مدل داده-ستانده^۲، پیشنهاد شده توسط آقای واسیلی لئونتیف^۳ (برنده جایزه نوبل) در اوایل دهه ۱۹۵۰ میلادی، است. این مدل تا به امروز مورد استفاده اقتصاد دانان و محققان بیشمار قرار گرفته است. در این مدل می توان در قالب یک ماتریس، کلیه روابط تجاری و میزان عرضه و تقاضای کالاهای میانی و نهایی یا عرضه و تقاضای خدمات توسط صنایع مرتبط در زنجیره های تولید جهانی را با دقت بسیار خوب مشخص کرد.

هدف از این پروژه، طراحی و توسعه ابزاری است که با استفاده از داده های جدول داده-ستانده، شبکه ای از روابط تجاری بین صنایع کشورها را با توجه به میزان صادرات-واردات میان آنها ایجاد نموده، سپس با استفاده از الگوریتم های انتشار شوک در شبکه مذکور انواع حوادث و تغییرات اقتصادی در صحنه بین المللی را شبیه سازی و تاثیرات آن را محاسبه نماید. در صورتی-که انتشار شوک های اقتصادی و تاثیر تغییرات در سیاست گذاری تجاری بین صنایع کشورها با شبکه فوق، به درستی مدل سازی شود؛ می توان با ارزیابی نتایج سناریو های اقتصادی مختلف، بهترین گزینه ها را با توجه به شرایط موجود انتخاب کرد.

کلمات کلیدی:

تجارت، شبکه تجاری، مدل لئونتیف، جدول داده-ستانده، فرآیند انتشار

¹ Abstract

² Input-Output Table

³ Wassily Leontief

فهرست مطالب

فصل ۱.....	۱
مقدمه و بیان مساله.....	۱
۱-۱- مقدمه.....	۲
۱-۲- تاریخچه‌ای از موضوع تحقیق.....	۲
۱-۳- شرح مسئله تحقیق.....	۳
۱-۴- تعریف موضوع تحقیق.....	۳
۱-۴-۱- چگونگی انتشار شوک اقتصادی در شبکه بین المللی تجاری.....	۳
۱-۴-۲- ابزار و نرم افزار انتشار شوک.....	۴
۱-۵- اهداف و آرمان‌های کلی تحقیق.....	۴
۱-۶- روش انجام تحقیق.....	۴
۱-۶-۱- الگوریتم انتشار شوک.....	۴
۱-۶-۲- نرم افزار انتشار شوک.....	۵
۱-۷- ساختار پایان‌نامه.....	۵
فصل ۲.....	۶
مفاهیم اولیه و پیش زمینه.....	۶
۲-۱- مقدمه.....	۷
۲-۲- مفاهیم مورد نیاز حوزه اقتصادی.....	۷
۲-۲-۱- آشنایی با جدول داده-ستانده بین المللی.....	۷
۲-۲-۱-۱- ساختار جدول داده-ستانده.....	۸
۲-۲-۲- مفهوم تقاضا (ستانده).....	۹
۲-۲-۳- مفهوم عرضه (داده).....	۹
۲-۲-۴- کالا یا خدمت واسطه ای.....	۹

۹	۲-۲-۵- کالا یا خدمت نهایی
۱۰	۲-۲-۶- ارزش افزوده
۱۰	۲-۲-۷- مالیات
۱۰	۲-۲-۸- تعادل در اقتصاد
۱۰	۲-۲-۹- مدل لئونتیف
۱۱	۲-۳- مفاهیم مورد نیاز حوزه گراف
۱۱	۲-۳-۱- ساختار گراف
۱۱	۲-۳-۲- انواع گراف
۱۲	۲-۳-۲-۱- گراف جهتدار
۱۲	۲-۳-۲-۲- گراف وزندار
۱۲	۲-۳-۲-۳- گراف وزندار جهتدار
۱۲	۲-۴- مفاهیم مرتبط با فرآیند انتشار
۱۳	۲-۴-۱- مدل انتشار بیماری مسری
۱۳	۲-۴-۴-۱- مدل SIR
۱۴	۲-۴-۴-۲- مدل SIS
۱۴	۲-۴-۲- مدل انتشار آستانه ای
۱۴	۲-۴-۲-۱- مدل آستانه خطی
۱۵	۲-۴-۲-۲- مدل آستانه اکثریت
۱۵	۲-۴-۳- مدل انتشار آبشاری
۱۵	۲-۵- آشنایی با کتابخانه PySimpleGUI
۱۶	۲-۶- خلاصه و جمع بندی
۱۷	فصل ۳
۱۷	شبیه سازی شبکه تجاری، طراحی شبه کد انتشار شوک و رابط کاربر نرم افزار

۱۸	۳-۱- مقدمه
۱۸	۳-۲- شبکه تجاری بین صنایع
۲۰	۳-۳- طراحی شبه کد الگوریتم انتشار شوک
۲۰	۳-۳-۱- رویکرد محاسباتی مدل لئونتیف
۲۱	۳-۳-۱-۱- محاسبه ماتریس ضرایب فنی یا ثابت وابستگی
۲۳	۳-۳-۱-۲- محاسبه ماتریس ضرایب لئونتیف
۲۳	۳-۳-۱-۳- ماتریس ضرایب لئونتیف از طریق استدلال اقتصادی
۲۵	۳-۳-۲- طراحی الگوریتم انتشار شوک
۲۶	۳-۴- طراحی رابط کاربری نرم افزار انتشار شوک
۲۶	۳-۴-۱- شناسایی اجزای موردنیاز در برنامه و پارامترهای الگوریتم
۲۷	۳-۴-۱-۱- جدول داده-ستانده
۲۷	۳-۴-۱-۲- صنایع مورد بحث
۲۷	۳-۴-۱-۳- جزئیات شوک ایجاد شده
۲۷	۳-۴-۱-۴- سناریوهای مقابله با شوک اعمال شده
۲۸	۳-۴-۲- نسخه هایی از نمونه های اولیه طراحی
۲۸	۳-۴-۲-۱- پیش طراحی ۱
۲۹	۳-۴-۲-۲- پیش طراحی ۲
۳۱	۳-۴-۳- تصمیمات طراحی نهایی
۳۱	۳-۴-۴- ابزار پیاده سازی طراحی
۳۱	۳-۵- خلاصه و جمع بندی
۳۳	فصل ۴
۳۳	پیاده سازی الگوریتم انتشار شوک و رابط کاربری ابزار انتشار شوک
۳۴	۴-۱- مقدمه

۳۴	۴-۲- پیاده سازی الگوریتم انتشار شوک
۳۴	۴-۲-۱- کتابخانه های استفاده شده جهت پیاده سازی
۳۴	۴-۲-۱-۱- کتابخانه pandas
۳۴	۴-۲-۱-۲- کتابخانه networkx
۳۵	۴-۲-۱-۳- کتابخانه math
۳۵	۴-۲-۲- طراحی شی گرا و ماژولار
۳۵	۴-۲-۲-۱- کلاس Network
۳۵	۴-۲-۲-۲- کلاس Sectors
۳۶	۴-۲-۲-۳- کلاس Edges
۳۶	۴-۲-۲-۴- کلاس Shock
۳۶	۴-۲-۲-۵- کلاس ShockManager
۳۶	۴-۲-۳- روند کلی اجرای انتشار شوک
۳۷	۴-۳- پیاده سازی رابط کاربری ابزار انتشار شوک
۳۷	۴-۳-۱- کتابخانه های استفاده شده جهت پیاده سازی
۳۷	۴-۳-۱-۱- کتابخانه pySimpleGui
۳۸	۴-۳-۱-۲- کتابخانه OS
۳۸	۴-۳-۲- شکست اجزای رابط کاربری
۳۹	۴-۳-۲-۲- محل دریافت فایل ورودی از کاربر
۳۹	۴-۳-۲-۳- محل دریافت اطلاعات فایل خروجی
۴۰	۴-۳-۲-۴- محل دریافت اطلاعات دو صنعت مرتبط (صادرکننده و واردکننده)
۴۰	۴-۳-۲-۵- محل دریافت اطلاعات مرتبط با شوک
۴۱	۴-۳-۲-۶- محل دریافت اطلاعات سناریو مقابله با شوک
۴۲	۴-۳-۳- پیاده سازی تصمیمات طراحی دیگر

۴۲	۴-۳-۳-۱- پنجره با اطلاعات مناسب هنگام انتخاب گزینه آغاز
۴۴	۴-۳-۳-۲- ذخیره پروژه فعلی
۴۵	۴-۳-۴- پیاده سازی دریافت اطلاعات از رابط کاربری و فهم عملیات کاربر
۴۷	۴-۴- اتصال رابط کاربری و الگوریتم انتشار شوک
۴۷	۴-۵- نتایج پیاده سازی و خروجی های برنامه
۴۷	۴-۵-۱- نتایج پیاده سازی الگوریتم انتشار شوک
۴۹	۴-۵-۲- نتایج پیاده سازی رابط کاربری ابزار انتشار شوک
۵۰	۴-۵-۳- نتایج پیاده سازی اتصال رابط کاربری به الگوریتم انتشار شوک
۵۰	۴-۵-۳-۱- قطع ارتباط کامل صنعت تکنولوژی چین با صنعت تکنولوژی آمریکا
۵۴	۴-۵-۳-۲- قطع ارتباط کامل صنعت تکنولوژی چین با تمام صنایع آمریکا
۵۶	۴-۶- خلاصه و جمع بندی
۵۷	فصل ۵
۵۷	جمع بندی، نتیجه گیری و پیشنهادها
۵۸	۵-۱- جمع بندی
۵۸	۵-۲- نتیجه گیری
۵۸	۵-۲-۱- نوآوری / دستاوردها
۵۸	۵-۲-۲- پیشنهادها
۶۰	فصل ۶
۶۰	مراجع

فهرست شکل‌ها

- شکل (۲-۱) نمایی از شمای کلی جدول داده-ستانده ۸
- شکل (۲-۲) شمای مدل انتشار بیماری مسری حالت SIR ۱۳
- شکل (۲-۳) شمای مدل انتشار بیماری مسری حالت SIS ۱۴
- شکل (۳-۱) شبکه تجاری صنایع در سال ۲۰۱۵ ۱۹
- شکل (۳-۲) شبکه تجاری متناظر با جدول داده-ستانده نمونه در جدول (۳-۱) ۲۰
- شکل (۳-۳) طراحی صفحه ورود جدول داده-ستانده ۲۸
- شکل (۳-۴) طراحی صفحه ورود پارامترهای شوک ۲۹
- شکل (۳-۵) صفحه ورود پیش طراحی ۲ ۳۰
- شکل (۳-۶) پنجره دریافت جدول داده-ستانده ۳۰
- شکل (۳-۷) پنجره دریافت پارامترهای شوک و سناریو ۳۰
- شکل (۴-۱) طراحی کلی رابط کاربری ابزار انتشار شوک ۳۸
- شکل (۴-۲) طراحی قسمت دریافت فایل ورودی رابط کاربری ۳۹
- شکل (۴-۳) طراحی قسمت دریافت اطلاعات خروجی از کاربر ۴۰
- شکل (۴-۴) طراحی قسمت دریافت اطلاعات دو صنعت مرتبط و مورد بحث ۴۰
- شکل (۴-۵) طراحی قسمت دریافت اطلاعات شوک ۴۱
- شکل (۴-۶) طراحی قسمت دریافت اطلاعات سناریو مقابله با شوک ۴۱
- شکل (۴-۷) پنجره انتخاب گزینه های جایگزین ۴۲
- شکل (۴-۸) فضای نمایش گزینه های جایگزین از سمت کاربر ۴۲
- شکل (۴-۹) پنجره خطای کامل نبودن فرم اطلاعات ۴۳
- شکل (۴-۱۰) پنجره اطلاعات پیشرفت انتشار شوک ۴۴
- شکل (۴-۱۱) پنجره اعلام پایان فرآیند انتشار ۴۴
- شکل (۴-۱۲) پنجره بررسی تمایل کاربر به ذخیره پروژه فعلی ۴۵
- شکل (۴-۱۳) پنجره دریافت اطلاعات و مکان ذخیره فایل پروژه ۴۵
- شکل (۴-۱۴) ماتریس ضرایب ثابت وابستگی جدول داده-ستانده نمونه براساس الگوریتم پیاده سازی شده ۴۸
- شکل (۴-۱۵) شوک های ایجاد شده در هر مرحله - ۱۰ دور انتشار ۴۸
- شکل (۴-۱۶) مجموع شوک های هر صنعت - ۱۰ دور انتشار ۴۸
- شکل (۴-۱۷) شوک های ایجاد شده در هر مرحله - ۱۰ دور انتشار - بدون شرط عدم اعمال شوک به منبع ۴۹
- شکل (۴-۱۸) مجموع شوک های هر صنعت - ۱۰ دور انتشار - بدون شرط عدم اعمال شوک به منبع ۴۹
- شکل (۴-۱۹) رابط کاربری کامل شده برای قطع ارتباط صنعت تکنولوژی چین با آمریکا ۵۱
- شکل (۴-۲۰) روند انتشار شوک حاصل از قطع ارتباط صنعت تکنولوژی چین با آمریکا ۵۱
- شکل (۴-۲۱) شوک های حاصل از انتشار شوک در شبکه ۵۲
- شکل (۴-۲۲) دوره های بعدی انتشار شوک در شبکه ۵۲
- شکل (۴-۲۳) مجموع شوک های وارد شده به صنایع در اثر شوک قطع ارتباط صنعت تکنولوژی چین با آمریکا - در جدول ۵۳

شکل (۴-۲۴) شوک های وارد شده به صنایع در اثر شوک قطع ارتباط صنعت تکنولوژی چین با آمریکا - در نمودار ۵۳

شکل (۴-۲۵) رابط کاربری کامل شده برای قطع ارتباط کامل صنعت تکنولوژی چین با تمام صنایع آمریکا..... ۵۴

شکل (۴-۲۶) شوک های حاصل از انتشار شوک قطع ارتباط کامل صنعت تکنولوژی چین با تمام صنایع آمریکا ۵۴

شکل (۴-۲۷) مجموع شوک های وارد شده به صنایع در اثر شوک قطع ارتباط صنعت تکنولوژی چین با تمام صنایع آمریکا - در جدول ۵۵

شکل (۴-۲۸) مجموع شوک های وارد شده به صنایع در اثر شوک قطع ارتباط صنعت تکنولوژی چین با تمام صنایع آمریکا - در نمودار ۵۵

فهرست جدول‌ها

- جدول (۱-۳) داده-ستانده نمونه برای توضیح مفاهیم ۱۹
- جدول (۲-۳) ماتریس ضرایب ثابت وابستگی جدول داده-ستانده نمونه ۲۱
- جدول (۳-۳) داده-ستانده با علائم جهت فرمول نویسی ضرایب ثابت ۲۲
- جدول (۴-۳) تغییرات عرضه صنایع تحت تاثیر تغییر عرضه ۱۰۰۰ واحدی L ۲۴
- جدول (۵-۳) سیر اعمال تغییرات در دور های متوالی ۲۴
- جدول (۶-۳) سیر اعمال تغییرات در دور های متوالی ۲۵

فصل ۱

مقدمه و بیان مساله

در این فصل نخست به بیان مقدمات کار، تاریخچه‌ای کوتاه از مساله و روش کلی تحقیق پرداخته، سپس مساله و موضوع مورد بررسی در این پایان‌نامه و اهداف و آرمان‌های کلی تحقیق بیان می‌شود و در نهایت به ساختار پایان‌نامه‌ی پیش رو اشاره خواهد شد.

۱-۱- مقدمه

طبق مطالعاتی که اقتصاددانان بر روی عوامل رشد کشور های مختلف در طول زمان داشته اند؛ یک از مهم ترین عوامل موثر تجارت خارجی شناخته شده است. به همین جهت برای تمام دولت ها انتخاب سیاست تجارت خارجی صحیح، اهمیت بالایی دارد. به جهت تعیین و اجرای سیاست مناسب، بایستی عوامل متعددی در نظر گرفته شود؛ از جمله، درآمد حاصل از صادرات و وابستگی به واردات مواد اولیه. از آن روی که تجارت بین‌المللی تاثیر بسزایی بر رشد اقتصادی دارد، محققین و مفسران اقتصادی توجه ویژه ای به این حوزه نشان داده اند. البته اکثر این پژوهش ها بر مبنای محاسبات ریاضیاتی بوده است و توجه کمی به روش های نوینی چون مدلسازی شبکه تجارت بین المللی با استفاده از نظریه گراف و بررسی تاثیر تغییرات روابط تجاری در شبکه تجارت بین المللی با کمک فرآیند انتشار شده است.

۱-۲- تاریخچه‌ای از موضوع تحقیق

در سال های بعد از جنگ جهانی دوم، تاثیرات حاصل از جنگ سبب شد که به زمینه های اقتصادی و تامین رفاه ملت توجه ویژه ای شود. در همین حین یکی از مهم ترین زمینه های اقتصادی که به ویژه در کشور های در حال توسعه مورد توجه واقع شد؛ رشد اقتصادی بوده است. بدین جهت محققین اقتصادی تلاش کردند نظریه های گوناگونی مرتبط با رشد اقتصادی ارائه دهند. در این نظریه ها سعی شده بود عوامل موثر بر رشد اقتصادی دولت ها و دلایل تفاوت در میزان رشد و درآمد سالانه کشور ها بررسی شود.

تجربه برخی کشورها از جمله کشورهای شرق آسیا نشان داده است که یکی از عوامل موثر بر رشد اقتصادی بعضی از کشورهای در حال توسعه، تجارت خارجی است. گسترش تجارت خارجی به عنوان یکی از راهکارهای رسیدن به رشد اقتصادی بالا و پایدار از سال های ابتدایی دهه ۱۹۵۰ پس از تجربه موفقیت آمیز ژاپن مورد توجه دولت ها و سیاستمداران قرار گرفت. اگرچه اجرای این سیاست به دلیل آثار دوگانه تجارت در اقتصاد به سادگی ممکن نیست و نیاز به مدیریت دقیق و نظام‌مند دارد. در واقع بهره‌بردن از تجارت خارجی موجب وابستگی شدید کشور به درآمدهای صادراتی میشود که این وابستگی برای کشورهایی که واردکننده مواد اولیه جهت تولید در داخل هستند، بسیار حیاتی میباشد. از این رو نیاز است مدلسازی دقیقی شامل میزان واردات و صادرات صنایع آماده شود و قبل از هر تصمیمی، تاثیر سیاست مورد بحث بر مدل آماده شده بررسی شود.

اکثر پژوهش های اقتصادی که در این حوزه انجام شده است، با کمک مدل لئونتیف سعی در تجزیه و تحلیل تعاملات اقتصادی بین کشور ها و صنایع کرده اند. اگرچه این مدل بسیار ارزنده و کارا است؛ چالش

هایی را هم به دنبال دارد. از جمله این چالش ها می توان به پیچیدگی و زمان بر بودن رویکردهای ریاضی، در نظر گرفتن فرضیات ساده کننده، عدم وجود روشی به منظور انتشار تغییرات اقتصادی و نیز عدم وجود امکان تعریف سناریوهای هوشمند در انتشار تغییرات اقتصادی اشاره نمود.

۳-۱- شرح مسئله تحقیق

یکی از ابزارهای تحلیلی که برای بررسی سیاست گذاری در حوزه های اقتصادی مورد استفاده قرار می-گیرد، مدل ارائه شده توسط آقای لئونتیف می باشد. مبنای این مدل، جداول داده-ستانده می باشد که در آن حجم تجارت صنایع مختلف مشخص شده است. با استفاده از مدل لئونتیف در واقع می توان میزان عرضه مورد نیاز کالا و یا خدمات توسط صنایع مختلف را برای یک واحد تغییر در تقاضای بخشی خاص مشخص کرد.

به دلیل چالش هایی که به همراه مدل لئونتیف هستند، بایستی روش ها و رویکرد های موثر دیگری که میزان چالش کمتری دارند؛ شناسایی و بررسی شوند. با بررسی تحقیقات و پژوهش های پیشین حوزه تجارت بین المللی کم توجهی به رویکرد مدلسازی شبکه اجتماعی با گراف و استفاده از فرآیند انتشار جهت انتشار تغییرات در روابط تجاری بین کشور ها به چشم می آید.

در طی این تحقیق با استفاده از گراف شبکه تجارت بین المللی مدل می شود و با کمک آن و بهره گیری از ایده ارائه شده توسط آقای لئونتیف روابط بین صنایع تجزیه و تحلیل می شوند. پس از آن راهکاری جهت مدل سازی انتشار شوک های اقتصادی در شبکه ایجاد شده بیان و بررسی می شود.

۴-۱- تعریف موضوع تحقیق

در طی این تحقیق دو موضوع مورد بررسی قرار می گیرد و پیاده سازی می شود. یکی چگونگی انتشار یک شوک اقتصادی آغاز شده از یک صنعت در شبکه تجاری بین المللی و دیگری آماده سازی ابزاری جهت بررسی راحت و سریع سناریو های اقتصادی تنها با وارد کردن چند داده اولیه. هر دو این دو مورد در ادامه معرفی و توضیح داده خواهند شد.

۴-۱-۱- چگونگی انتشار شوک اقتصادی در شبکه بین المللی تجاری

در شبکه تجارت بین المللی روابط بسیار پیچیده و گسترده است. بسیاری از صنایع به صورت مستقیم و غیر مستقیم به یکدیگر وابسته هستند. تغییر در حجم مبادلات میان دو صنعت تنها بر همان دو صنعت تاثیر نمی گذارد بلکه به صورت زنجیری در شبکه تجاری و همسایگان صنایع آغازین منتشر می شود. در

طی این تحقیق الگوریتمی بررسی و پیاده سازی می شود که به وسیله آن می توان متوجه شد میزان مشخصی شوک آغازی از سمت یک صنعت به چه شکل در شبکه منتشر می شود و به چه میزان بر هر بخش تاثیر می گذارد.

۲-۴-۱- ابزار و نرم افزار انتشار شوک

برای این که پژوهشگران و اقتصاد دانان بتوانند از الگوریتم انتشار شوک به راحتی استفاده کنند، ابزاری طی تحقیق پیاده سازی می شود که تنها با تعدادی متغیر ورودی از سمت کابر خود الگوریتم را اجرا کند و به عنوان خروجی میزان شوکی که تحت تاثیر شوک اولیه به هر بخش وارد می شود را به کاربر نشان دهد. با کمک این ابزار کاربر متوجه می شود تغییر کوچکی که به عنوان ورودی بیان کرده است چگونه بر صنایع موجود در شبکه تجاری تاثیر می گذارد.

۵-۱- اهداف و آرمان های کلی تحقیق

در طی این تحقیق قصد داریم الگوریتم انتشار شوک در شبکه تجارت بین المللی را با رویکردی بر مبنای مدل آقای لئونتیف ولی با چالش های کمتر پیاده سازی کنیم. همچنین برای استفاده از این الگوریتم و ارتباط مستقیم کاربر با آن، ابزاری آماده می شود که به وسیله آن کاربر به سادگی و در محیطی راحت و بدون پیچیدگی سناریو های مختلف آغاز شوک در شبکه تجارت بین المللی را بررسی و حاصل آن بر صنایع دیگر را مشاهده می کند.

۶-۱- روش انجام تحقیق

همانطور که ذکر شد این تحقیق دو بخش دارد، روش انجام هر یک را جداگانه به صورت مختصر توضیح می دهیم:

۱-۶-۱- الگوریتم انتشار شوک

ابتدا مدل آقای لئونتیف بررسی شد. محدودیت ها و چالش های این مدل ارزیابی شد. نیازمندی ها جهت انتشار شوک مناسب در شبکه تجارت بین المللی شناخته شد.

با کمک تحقیقات پیشینی که در این حوزه و تعدادی که با کمک مدل انتشار انجام شده بودند، الگوریتمی مناسب جهت پیاده سازی آماده شد. در جریان پیاده سازی با توجه به خروجی ها و انتظارات بهبود ها و تغییراتی بر مدل های پیشین اعمال شد.

۲-۶-۱- نرم افزار انتشار شوک

برای این نرم افزار ابتدا طی چند مرحله پروتوتایپ هایی از نرم افزار طراحی و بررسی شد. در نهایت مدلی که کامل نیاز کاربران را رفع می کرد و رابط کاربری مناسبی هم داشت جهت پیاده سازی نهایی انتخاب شد.

به جهت پیاده سازی رابط کاربری و منطق اجرایی برنامه از زبان python3.9 استفاده شده است. به جهت پیاده سازی رابط کاربری از کتابخانه pySimpleGui استفاده شد.

۷-۱- ساختار پایان نامه

در فصل دوم، مفاهیم اولیه و پیش زمینه، تعریفی بر مفاهیمی خواهیم داشت که در فهم پژوهش به ما کمک می کنند. بخشی از این مفاهیم مربوط به اقتصاد، بخش دیگری مربوط به فرآیند انتشار و نظریه گراف خواهد بود. سعی می کنیم در این فصل کوتاه ولی به اندازه کافی جهت فهم موضوع، مفاهیم پایه ای را توضیح دهیم

فصل سوم، شبیه سازی شبکه تجاری، طراحی شبه کد انتشار شوک و رابط کاربر نرم افزار، سیر تفکر و طراحی خروجی این پژوهش را بررسی می کنیم. متوجه می شویم الگوریتم انتشار شوک پیاده سازی شده از کجا می آید. همچنین تصمیمات طراحی رابط کاربری و دلایل آن ها را متوجه می شویم.

در فصل چهارم، پیاده سازی الگوریتم انتشار شوک و رابط کاربری ابزار انتشار شوک، چگونگی پیاده سازی الگوریتم و رابط کاربری به دست آمده در فصل قبل را بررسی می کنیم. ابزار و کتابخانه های استفاده جهت پیاده سازی معرفی می شوند. همچنین در پایان فصل خروجی ها و نتایج پیاده سازی را بررسی می کنیم. در نهایت، در فصل پنجم، جمع بندی، نتیجه گیری و پیشنهادها، جمع بندی برای پژوهش انجام شده خواهیم داشت. دستاوردهای این پژوهش را مرور می کنیم. در پایان برای کارهای آینده پیشنهادهایی را ارائه می کنیم.

فصل ۲

مفاهیم اولیه و پیش زمینه

در فصل پیش رو مقدمات، مفاهیم اولیه و پیش زمینه‌هایی را که جهت درک هر چه بهتر موضوع‌های مطرح شده در این پایان نامه مورد نیاز است، از مفاهیم مربوط به حوزه اقتصاد، مقدمه ای بر گراف و مدل انتشار تا کتابخانه استفاده شده جهت پیاده سازی رابط کاربری ارائه خواهد شد.

۲-۱- مقدمه

با توجه به موضوع مورد تحقیق، دانش از حوزه های متفاوتی جهت تکمیل پژوهش لازم است. در این بخش به صورت کوتاه موارد مورد نیاز در هر یک از حوزه های مورد نیاز معرفی و توضیح داده می شوند. ابتدا مفاهیم مورد نیاز اقتصادی، سپس مفاهیم استفاده شده از نظریه گراف جهت مدلسازی شبکه تجاری، مدل های انتشار و در آخر کتابخانه استفاده شده جهت پیاده سازی ابزار انتشار شوک معرفی می شوند.

۲-۲- مفاهیم مورد نیاز حوزه اقتصادی

در این بخش به بررسی اجمالی مفاهیم اولیه و مورد نیاز اقتصادی به منظور درک بهتر مسائل مطرح شده در این پژوهش خواهیم پرداخت. مفاهیمی که در این پژوهش از حوزه اقتصاد مورد استفاده قرار گرفته است، پایه ای و شامل مفاهیم جدول داده-ستانده بین المللی^۱، تقاضا^۲ و عرضه^۳ (ستانده و داده)، کالا یا خدمت واسطه ای^۴، کالا یا خدمت نهایی^۵، ارزش افزوده^۶، مالیات^۷، تعادل در اقتصاد و مدل لئونتیف می باشند.

۲-۲-۱- آشنایی با جدول داده-ستانده بین المللی

جدول داده-ستانده بین المللی یک چارچوب تحلیلی و ابزاری کاربردی است که مناسب برای بررسی اثرات مستقیم و غیر مستقیم مرتبط با تغییرات در سطوح خروجی بخش های مختلف می باشد. در جدول داده-ستانده منبع واردات و مقصد صادرات را برای همه بخش های اقتصادی به صورت خلاصه بیان می کند. این امر پژوهشگران را قادر می سازد تا اهمیت نسبی عوامل مختلف تولید مورد استفاده توسط هر بخش را ثبت کنند. در این جداول عرضه کننده و تقاضاکننده آمده است و میزان تبادلات میان آنان مشخص گردیده است. در ادامه با ساختار این جدول بیشتر آشنا خواهیم شد.

¹ Input-Output(I/O) Table

² Demand

³ Provide

⁴ Intermediate

⁵ Final

⁶ Added Value

⁷ Tax

۱-۲-۲- ساختار جدول داده-ستانده

هر صنعتی برای فعالیت دو بخش مالی دارد. یک بخش شامل درآمد حاصل از صادرات آن صنعت و دیگری هزینه جهت واردات موردنیاز این صنعت است. جدول داده-ستانده ابزاری است برای آنکه دید جامع تری بر میزان صادرات و واردات داشته باشیم. روش ساخت این جدول بدین شکل است که میزان مصرف و عرضه را با روش های ریاضیاتی ترکیب کرده تا جدول داده-ستانده ایجاد شود.

این جدول از بخش های متعددی ساخته شده است. آشنایی با این بخش ها در درک این پژوهش کمک کننده خواهد بود. از این رو در شکل (۲-۱) شمای کلی جدول داده-ستانده آورده شده است. در این جدول صنایع بالای جدول صنایع یا کشور های مصرف کننده، صنایع کناره جدول نشانگر صنایع یا کشور های عرضه کننده هستند.

ستانده کل	تقاضای نهایی	بخش یا کشور	
X	F	A	بخش یا کشور
		V	ارزش افزوده
		T	مالیات
		X	کل داده

شکل (۲-۱) شمایی از شمای کلی جدول داده-ستانده

جدول داده-ستانده شامل دو بخش اساسی هستند. معمولاً بخش اول را با حرف A و یا Z مشخص می کنند. این بخش از جدول داده-ستانده نشانگر میزان تقاضای تفکیک شده هر بخش یا کشور برای کالاهای واسطه ای است. بخش دوم که با حرف F نمایش داده می شود؛ اطلاعات مربوط به تقاضا برای کالاهای نهایی را به تفکیک بخش یا کشور در بر می گیرد. این قسمت می تواند ادغام شده میزان تقاضای کالای نهایی باشد یا برای انواع متفاوت کالای نهایی شکسته و جدا شود. مفاهیم مرتبط با این دو بخش و بخش های دیگر جدول در ادامه توضیح داده خواهند شد.

۲-۲-۲- مفهوم تقاضا (ستانده)

صنایع یا کشورها برای تولید محصول، متقاضی کالا و خدمات از دیگر صنایع یا کشورها می‌باشند. بنابراین صنعت یا کشور متقاضی، تقاضای خود را در قالب ورودی از کشور یا صنعت عرضه کننده می‌گیرد. در واقع تقاضا مقدار محصول یا خدمتی که بخش‌های مختلف مایل به خریدن آن می‌باشند.

۲-۲-۳- مفهوم عرضه (داده)

صنایع و کشورها محصول خود را برای رفع نیاز صنایع و کشورهای دیگر، به آنها عرضه می‌کنند. صنعت یا کشور عرضه کننده کالا یا خدمات را در قالب خروجی به کشور متقاضی صادر مینماید. در واقع تقاضا مقدار محصول یا خدمتی که بخش‌های مختلف مایل به تامین آن با بهای مشخص می‌باشند.

۲-۲-۴- کالا یا خدمت واسطه‌ای

در تعاملات بین صنایع برخی کالاها یا خدمات بین صنایع جابه‌جا میشوند، در واقع محصول یا خروجی یک صنعت (کشور)، ورودی صنعت (کشور) دیگر است. به این نوع کالاها یا خدمات، کالای واسطه‌ای می‌گویند.

۲-۲-۵- کالا یا خدمت نهایی

دسته ای از کالا و یا خدمات مربوط به صنایع و کشورها در مصارف خانگی و نهایی مصرف می‌شوند و بدین شکل از چرخه تبادلات تجاری بین صنایع و یا کشورها خارج می‌شود. به این دسته کالا یا خدمت نهایی گویند. که خود می‌تواند به دسته مصارف مختلفی شکسته شود؛ از جمله، مصرف نهایی خانوارها^۱، موسسات غیرانتفاعی خدمت به خانوارها^۲، مصرف نهایی دولتی^۳، هزینه تشکیل سرمایه ثابت^۴، تغییر در موجودی انبار و اشیا قیمتی^۵ و خرید مستقیم خارجی^۶.

¹ Households Final Consumption Expanding (HFCE)

² Non-profit Institutions Serving Households (NPISH)

³ General Government Final Consumption (GGFC)

⁴ Gross Fixed Capital Formation (GFCF)

⁵ Change in Inventories and Valuables (INVNT)

⁶ Direct Purchases Abroad (P33)

۶-۲-۲- ارزش افزوده

ارزش افزوده عبارت از افزایش ارزش پولی کالا طی انتقال از یک مرحله تولید به مرحله دیگر است. در واقع ارزش ایجاد شده توسط صنعت یا کشور، که این ارزش حاصل تلاش و فعالیت تمامی واحد های سهامی بوده است. از نظر محاسباتی ارزش افزوده عبارت از کسر هزینه سرمایه از سود عملیاتی^۱ بعد از کسر مالیات در نظر گرفته است و برابر با ارزشی است که در فرایند تولید به ارزش کالاهای واسطه‌ای افزوده می‌شود.

۷-۲-۲- مالیات

مالیات برحسب تعریف سازمان همکاری و توسعه اقتصادی^۲، پرداختی لازم، اجباری و بلاعوض است. مالیات ممکن است به شخص، موسسه، دارایی و غیره تعلق گیرد. مالیات در واقع انتقال بخشی از درآمدهای جامعه به دولت یا بخشی از سود فعالیت های اقتصادی که نصیب دولت می‌شود؛ است. دلیل سهم دولت از درآمد آن است که ابزار و امکانات دستیابی به درآمد و سود را دولت فراهم ساخته است.

۸-۲-۲- تعادل در اقتصاد

اگر عوامل داخلی یک پدیده طوری هماهنگ باشند که باعث ایجاد یک حالت پایدار شوند، آنگاه گفته می‌شود هماهنگی یا تعادل موجود است، از نظر اقتصادی هرگاه عرضه و تقاضای کل در بازارهای گوناگون برابر باشد این بازارها و نیز اقتصاد جامعه در تعادل خواهند بود.

۹-۲-۲- مدل لئونتیف

مدل لئونتیف، یک مدل داده-ستانده خطی است که میزان عرضه کالا یا خدمات مورد نیاز جهت پاسخگویی به یک واحد تقاضا را محاسبه مینماید. روش محاسبه‌ی این مدل بدین صورت است که ابتدا با استفاده از جدول داده-ستانده، ماتریس ضرایب ثابت یا فنی^۳ استخراج می‌گردد. سپس به کمک ماتریس فنی، معادلات خطی وابستگی^۴ صنایع یا کشورها به یکدیگر بدست می‌آید و درنهایت با بدست آوردن مجهولات

¹ Operating Profit

² Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)

³ Technical Coefficients Matrix

⁴ Linear Dependencies Equations

این معادلات، ماتریس ضریب لئونتیف تولید میشود که نشان دهنده‌ی میزان تغییرات عرضه کالا برای پاسخگویی به یک واحد تغییرات تقاضا می‌باشد.

۲-۳- مفاهیم مورد نیاز حوزه گراف

بسیاری از سیستم‌هایی که تجزیه و تحلیل آن‌ها پیچیده است، می‌توانند توسط مجموعه‌ای از راس‌ها و یال‌ها مدلسازی شود. تئوری گراف روش ریاضیاتی است که می‌تواند چنین سیستم‌هایی را ارزیابی کند. بدین صورت به جای تجزیه سیستم پیچیده، گراف را مطالعه و بررسی می‌کنیم.

سیستم‌های بسیاری توسط گراف مدل شده‌اند و با کمک مدل گرافی تحلیل شده‌اند؛ از جمله، شبکه جهانی گسترده وب^۱، شبکه همکاری میان انسان‌ها و شبکه‌های زیستی^۲. در این پژوهش شبکه تجارت بین المللی جهت تحلیل و بررسی با یک گراف مدل شده است. از این رو آشنایی با تعدادی از مفاهیم پایه‌ای گراف جهت فهم پژوهش لازم است.

۲-۳-۱- ساختار گراف

گراف از دو مجموعه رئوس^۳ یا گره‌ها^۴ و یال‌ها^۵ ساخته شده است. به عبارت دیگر گراف نمایشی از مجموعه موجودیت‌هاست که در آن برخی از جفت موجودیت‌ها^۶ با پیوندی به یکدیگر متصل می‌شوند.

مجموعه راس‌ها را با V و مجموعه یال‌ها را با E نشان می‌دهند. در نتیجه یک گراف یک زوج مرتب به شکل $G(V, E)$ است. مجموعه رئوس بایستی ناتهی باشد، اما مجموعه یال‌ها می‌تواند تهی هم باشد. هر راس که توسط یک یال به راس دیگری متصل شود، همسایه آن راس به حساب می‌آید.

۲-۳-۲- انواع گراف

بنا به نوع اتصال و رابطه‌ای که راس‌های یک گراف با هم دارند، همچنین صفاتی که راس‌های گراف دارند؛ گراف انواع متفاوتی دارد.

¹ World Wide Web

² Bio Networks

³ Vertex

⁴ Node

⁵ Edge

⁶ Entities

۲-۳-۲-۱- گراف جهت‌دار

گراف جهت‌دار گرافی است که یال‌های آن جهت داشته باشند. بدین شکل که اگر یک یال به صورت $C(a,b)$ تعریف شود، جهت آن از گره a به سمت گره b خواهد بود. در اصل گره a راس آغازین و گره b پایانی است.

۲-۳-۲-۲- گراف وزن‌دار

اگر به هر یک از یال‌های گراف مقداری نسبت داده شود؛ به آن گراف وزن‌دار و به آن مقدار وزن یال گویند.

۲-۳-۲-۳- گراف وزن‌دار جهت‌دار

گرافی که هر دو ویژگی وزن‌دار بودن یال‌ها و جهت‌دار بودن آن‌ها را داشته باشد؛ گراف وزن‌دار جهت‌دار نامیده می‌شود.

۲-۴- مفاهیم مرتبط با فرآیند انتشار

در بسیاری از شبکه مشخصه و یا داده ای توسط یک عضو به اعضای دیگر منتقل می‌شود. این فرآیند انتقال را فرآیند انتشار نامند. ساختار شبکه تاثیر مستقیمی بر چگونگی انتشار و سرعت آن دارد. فرآیند انتشار در اصل راه‌حلی برای یک معادله دیفرانسیل تصادفی است.

از بررسی انتشار در بسیاری از زمینه‌ها استفاده می‌گردد؛ از جمله، سلامت و کاربرد های پزشکی، پردازش تصویر^۱، شبکه توزیع برق و انرژی، علوم اجتماعی^۲، زیست‌شناسی^۳.

در این پژوهش از فرآیند انتشار استفاده می‌کنیم تا بتوانیم مدلی از چگونگی تاثیر تغییر ارتباطات اقتصادی دو بخش را بر تمام شبکه تجاری متوجه شویم. به دلیل گستردگی حوزه های استفاده فرآیند انتشار، انواع مختلفی از آن وجود دارد. جهت فهم بهتر استفاده آن در این پژوهش با تعدادی از این انواع آشنا می‌شویم.

¹ Image Processing

² Social Science

³ Biology

۱-۴-۲- مدل انتشار بیماری مسری^۱

این مدل همانطور که از اسم آن مشخص است، برای مسائل پزشکی و هنگام همه گیری بیماری‌های واگیردار مورد استفاده قرار می‌گیرد. با کمک این مدل پژوهشگران چگونگی انتشار یک بیماری در جامعه را شبیه‌سازی می‌کنند و سعی می‌کنند راهکاری برای توقف آن با توجه به نوع پخش بیابند. به طور اجزای موجود در این مدل ها سه دسته زیر هستند:

- مستعد^۲: فردی که در حال حاضر بیمار نیست و اگر در معرض فرد بیماری قرار بگیرد امکان بیمار شدنش وجود دارد.
- بیمار^۳: فردی که در حال حاضر بیمار است.
- حذف شده^۴: فردی که در اثر بیماری فوت شده است و یا از یک طریقی مانند واکسن در برابر بیماری ایمن شده است.

دو مدل رایج در ایم مدل انتشار SIR^5 و SIS^6 هستند.

۱-۴-۲-۱- مدل SIR

این مدل برای بیماری‌هایی به کار می‌رود که هر سه جز گفته شده در آنها وجود داشته باشند. در این مدل افراد جامعه ابتدا مستعد بیماری هستند. با تماس با فرد بیمار خود بیمار می‌شوند و بعد از مدتی یا بهبود می‌یابند و در مقابل بیماری ایمن می‌شوند یا متأسفانه فوت می‌کنند. شمای این مدل در شکل (۲-۲) دیده می‌شود.



شکل (۲-۲) شمای مدل انتشار بیماری مسری حالت SIR

¹ Epidemic

² Susceptible

³ Infected

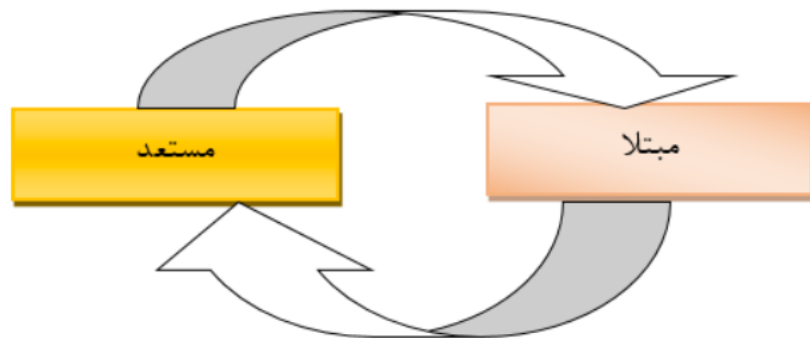
⁴ Removed

⁵ Susceptible Infected Removed

⁶ Susceptible Infected Susceptible

۲-۴-۱-۲- مدل SIS

این مدل برای بیماری‌هایی به کار می‌رود که فرد بعد از حالت بیماری ایمن نمی‌شود یا فوت نمی‌شود. در اصل در این مدل افراد جامعه ابتدا مستعد بیماری هستند و بعد از تماس با فرد بیمار، خود بیمار می‌شوند. بعد از اتمام دوره بیماری مجدد به حالت فرد مستعد بیماری بر می‌گردند. شمای این مدل در شکل (۲-۳) دیده می‌شود.



شکل (۲-۳) شمای مدل انتشار بیماری مسری حالت SIS

۲-۴-۲- مدل انتشار آستانه‌ای^۱

این مدل انتشار برای مدلسازی شبکه‌های اجتماعی به کار می‌رود؛ در واقع جزو اولین مدل‌های انتشاری است که برای شبکه‌های اجتماعی معرفی شده است. در این مدل برای هر گره شبکه یک آستانه تحمل در نظر گرفته می‌شود. اگر میزان سیگنالی که از سمت همسایگانش دریافت می‌کند از حد آستانه تعریف شده‌اش بیشتر شود؛ گره مذکور هم فعال می‌شود و به همسایگانش سیگنال فعال‌سازی می‌فرستد.

بنا به تعریف آستانه تحمل گره‌ها، این گره انواع مختلفی دارد؛ در اینجا مختصر چند مورد از آن‌ها را بررسی می‌کنیم:

۲-۴-۲-۱- مدل آستانه خطی^۲

این مدل برای تجزیه و تحلیل سرعت و چگونگی انتشار اطلاعات در شبکه‌های اجتماعی به کار می‌رود. در این حالت به هر گره آستانه‌ای نسبت داده می‌شود. تمام یال‌ها وزن مشخصی دارند. اگر مجموع وزن

¹ Threshold Model

² Linear Threshold Model

یالهای متصل به گره مشخصی که به آن سیگنال فعال سازی می فرستند از آستانه گره بالاتر رود؛ گره فعال می شود.

۲-۴-۲-۲- مدل آستانه اکثریت^۱

در این مدل شرط فعال سازی یک گره آن است که تعداد گره های همسایه ای که به آن سیگنال فعال سازی می فرستند؛ از یک حد مشخصی بالاتر رود.

۲-۴-۳- مدل انتشار آبشاری^۲

در این مدل هر گره پس از فعال سازی یک شانس دارد تا برای همسایگان غیر فعال خود سیگنال فعال سازی بفرستد. نکته مهم در این مدل آن است که تنها برای یک گام گره ای که فعال شده است؛ شانس فعال سازی گره همسایه خود را دارد.

در واقع گره های فعال شبکه دو حالت واگیردار و غیر واگیردار را دارند. هر گره برای یک گام پس از فعال شدن به حالت واگیردار بودن می رود. بعد از آن غیر واگیردار می شود و نمی تواند با سیگنال همسایگان خود را فعال سازد.

۲-۵- آشنایی با کتابخانه PySimpleGUI

هدف این پژوهش در نهایت آماده سازی یک نرم افزار انتشار شوک مطابق با داده هایی که کاربر وارد می کند، است. برای پیاده سازی این نرم افزار از زبان Python استفاده شده است. برای پیاده سازی رابط کاربری در زبان Python کتابخانه ها و framework های متعددی وجود دارد.

برای پیاده سازی نرم افزار مورد بحث در این پژوهش از کتابخانه PySimpleGUI استفاده شده است. این framework در اصل ابزار ارائه شده توسط چهار framework معروف شامل؛ QT، Tkinter، WxPython و Remi را ترکیب می کند. دلیل انتخاب این framework هم همین موضوع است. این کتابخانه امکانات گسترده چهار framework مطرح را با ساختاری راحت تر و کارا تر فراهم می سازد.

¹ Majority Threshold Model

² Cascading Model

۶-۲- خلاصه و جمع بندی

در این فصل با مفاهیم اولیه و پیش‌زمینه‌هایی که جهت درک هرچه بهتر این پژوهش نیاز است آشنا شدیم. ابتدا توضیحی درباره مفاهیم مرتبط با حوزه اقتصادی داده شد. سپس مفاهیم مورد نیاز نظریه گراف معرفی شدند. اهمیت آشنایی با مفاهیم نظریه گراف از آن رو است که برای شبیه سازی شبکه تجارت بین-المللی گراف ها بسیار کارا هستند. توضیح مختصری بر فرآیند انتشار و تعدادی از انواع آن داده شد. در نهایت کتابخانه استفاده جهت توسعه رابط کاربری نرم‌افزار انتشار شوک معرفی شد.

فصل ۳

شبیه‌سازی شبکه تجاری، طراحی شبه‌کد انتشار شوک و رابط کاربر نرم‌افزار

در این فصل قصد داریم سیر رسیدن به طراحی نهایی نرم‌افزار انتشار شوک را بررسی کنیم. در کنار رابط کاربری، منطق شبه‌کد انتشار شوک و نحوه رسیدن به این شبه‌کد را توضیح می‌دهیم. در اصل این فصل خلاصه‌ای از سیر تفکراتی پشت پیاده‌سازی و خروجی این پژوهش است.

۱-۳- مقدمه

در این فصل ابتدا راهکاری برای شبیه‌سازی شبکه تجاری بین‌المللی از روی جدول داده-ستانده ارائه می‌دهیم. در مرحله بعد الگوریتمی می‌یابیم که شوک حاصل از تغییر در قسمتی از این شبکه را به درستی در شبکه منتشر کند. برای رسیدن به این الگوریتم لازم است جزییات و روش کار مدل لئونتیف را بشناسیم و بر پایه آن عمل کنیم. در انتها رابط کاربری^۱ برای نرم‌افزار انتشار شوک طراحی می‌کنیم و دلیل تصمیمات طراحی که گرفته شده است را بررسی می‌کنیم.

۲-۳- شبکه تجاری بین صنایع

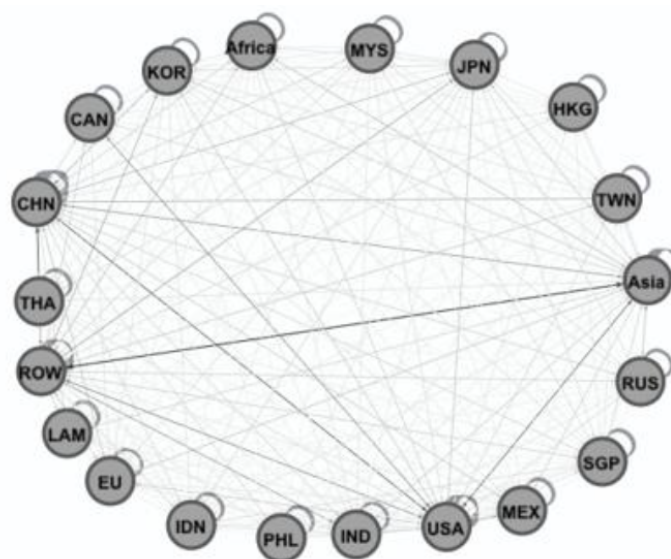
جدول داده-ستانده تنها اعداد و ارقام مبادلات میان صنایع را نشان می‌دهد. این داده‌ها به جهت تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی بسیار کارا هستند؛ اما به جهت تجزیه تحلیل میزان وابستگی صنایع و یافتن شرکای تجاری یک صنعت کار با جدول پیچیدگی بالایی دارد. از این رو جدول داده-ستانده را با کمک یک گراف مدل می‌کنیم. خروجی این مدلسازی شبکه تجاری صنایع خواهد بود.

ساختار شبکه تجاری بدین شکل است که صنایع گره‌های گراف و ارتباط صنایع با یال‌ها مشخص می‌شود. بدین معنا که اگر صنایع مبادلات داشته باشند، بین آن دو یال قرار می‌دهیم. این گراف بایستی از نوع وزن‌دار و جهت دار باشد. در اصل با وزن یال‌ها نمایانگر حجم تبادلات است. جهت یال‌ها می‌تواند بنا به پیاده‌سازی دو مفهوم داشته باشد:

- جهت انتقال کالا یا خدمت از صادر کننده به سمت وارد کننده
- جهت انتقال پول از سمت وارد کننده به سمت صادر کننده

در شبیه‌سازی انجام شده در این پژوهش جهت انتقال پول در نظر گرفته شده است. در شکل (۱-۳) شبکه تجاری میان صنایع در سال ۲۰۱۵ را می‌بینیم. تجسم تصویری این شبکه از جدول داده-ستانده سال ۲۰۱۵ بسیار راحت‌تر و بالطبع تحلیل آن نیز راحت‌تر خواهد بود.

¹ User Interface



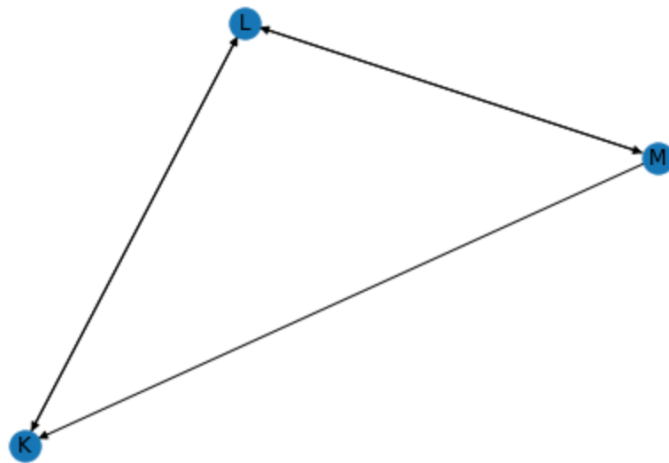
شکل (۳-۱) شبکه تجاری صنایع در سال ۲۰۱۵

برای اینکه با ساختار شبکه و اجزای آن آشنا شویم؛ به مثال زیر توجه کنید.

جدول (۳-۱) جدول داده-ستانده نمونه برای توضیح مفاهیم

خروجی کل (صادرات)	کالای نهایی	M	L	K	صنعت یا کشور
100	35	45	20	0	K
200	140	30	0	30	L
150	70	0	80	0	M
		75	100	70	ارزش افزوده
		150	200	100	ورودی کل (واردات)

جدول (۳-۱) یک جدول داده-ستانده نمونه را نشان می‌دهد. اعداد جدول بر مبنای ارزش مبادلات (دلار) است. به دلیل سائز کوچک آن جهت فهم بهتر مفاهیم از این جدول استفاده می‌کنیم. شبکه متناظر با این جدول در شکل قابل مشاهده است. همانطور که دیده می‌شود، جهت یال‌ها جهت حرکت پول بین صنایع را نشان می‌دهد.



شکل (۳-۲) شبکه تجاری متناظر با جدول داده-ستانده نمونه در جدول (۳-۱)

۳-۳- طراحی شبه‌کد الگوریتم انتشار شوک

در این بخش الگوریتم پیاده‌سازی شده جهت انتشار شوک در قالب یک شبه‌کد توضیح داده می‌شود. برای فهم بهتر آن و تفکر پشت آن لازم است ابتدا با مدل لئونتیف و چگونگی محاسبات ریاضیاتی آن آشنا شویم. سپس بر مبنای آن و به جهت کاهش مقدار از پیچیدگی‌ها و محدودیت‌های این مدل، الگوریتم انتشار شوک بر پایه فرآیند شوک را توضیح می‌دهیم.

۳-۳-۱- رویکرد محاسباتی مدل لئونتیف

برای توضیح محاسبات این بخش و درک بهتر آن‌ها نیاز به یک جدول داده-ستانده نمونه داریم. به همین دلیل محاسبات انجام شده در این بخش بر اساس جدول (۳-۱) هستند.

قبل از توضیح این مدل مروری بر ساختار جدول داده-ستانده داریم. بخش سایه زده شده نشانگر حجم مبادلات کالاهای میانی صنایع مختلف است. برای مثال ستون K بیان می‌کند که صنعت K برای تولید به میزان ۳۰ واحد به صنعت L وابسته است و کالای خود را با ۷۰ واحد ارزش افزوده تولید می‌کند. سطر K بیان می‌کند که صنعت K به ترتیب ۲۰ و ۴۵ واحد کالا به صنایع L و M عرضه می‌کند. همچنین ۳۵ واحد عرضه محصول نهایی دارد. با این توضیحات حال می‌توانیم مراحل محاسباتی مدل لئونتیف را بررسی کنیم.

۳-۳-۱-۱- محاسبه ماتریس ضرایب فنی یا ثابت وابستگی

همانطور که می‌دانیم صنایع برای ادامه فعالیت به صنایع دیگر وابستگی‌ها و نیاز دارند. دیدگاه لئونتیف این است که با کمک داده‌های تبادلات تجاری بین صنایع یا به عبارت دیگر همان بخش کالا‌های واسطه‌ای می‌توان ماتریس ضرایب ثابت وابستگی را محاسبه کرد. در اصل این ضرایب تعیین‌کننده حداقل محصول مورد نیاز یک صنعت یا کشور خاص از صنعت یا کشور خاص دیگری به منظور تولید یک واحد از محصول خود می‌باشد. این ماتریس میزان وابستگی صنایع به یکدیگر را نشان می‌دهد. رابطه (۳-۱) طریقه محاسبه این ماتریس را نشان می‌دهد.

$$a_{ij} = \frac{Z_{ij}}{X_j} \quad \text{رابطه (۳-۱)}$$

در رابطه (۳-۱) Z_{ij} یکی از عناصر تبادل کالا‌های میانی (تبادلات i و j) است و X_j ارزش کل محصولات صنعت j است.

جدول (۳-۲) ماتریس ضرایب ثابت وابستگی جدول داده-ستانده (۳-۱) محاسبه شده با رابطه بالا است.

جدول (۳-۲) ماتریس ضرایب ثابت وابستگی جدول داده-ستانده نمونه

صنعت یا کشور	K	L	M
K	0	0.10	0.30
L	0.30	0	0.20
M	0	0.40	0

تحلیل این جدول بدین صورت است که:

- ستون K نشان می‌دهد که برای یک واحد از صنعتش به ۰.۳ واحد صنعت L نیاز دارد.
- سطر K نشان می‌دهد که ۰.۱ واحد محصول به صنعت L و ۰.۳ واحد محصول به صنعت M عرضه دارد. به معنای آنکه ۰.۱ از تولید کل صنعت L در گروه صنعت K و ۰.۳ از تولید کل صنعت M وابسته به صنعت K است.

حال می‌توانیم سهم عرضه صنعت K در صنایع دیگر و میزان وابستگی را با رابطه (۳-۲) نشان دهیم.

$$0.0 \times X_K + 0.10 \times X_L + 0.30 \times X_M \quad \text{رابطه (۳-۲)}$$

حال با کمک رابطه (۳-۳) صحت معادله وابستگی به دست آمده در بالا را می‌سنجیم. میزان عرضه کالای نهایی صنعت K ۳۵ واحد است.

$$0.0 \times X_K + 0.10 \times X_L + 0.30 \times X_M + 35 = \text{رابطه (۳-۳)}$$

$$0.0 \times 100 + 0.10 \times 200 + 0.30 \times 150 + 35 = 100$$

حال می‌خواهیم ضرایب ثابت را فرموله کنیم. از این رو جدول داده-ستانده مثال داده شده را با علائم به جای اعداد پر می‌کنیم؛ در جدول (۳-۳) جدول جهت ایجاد فرمول ضرایب ثابت دیده می‌شود.

جدول (۳-۳) جدول داده-ستانده با علائم جهت فرمول نویسی ضرایب ثابت

صنعت یا کشور	K	L	M	کالای نهایی	خروجی کل (صادرات)
K	a_{11}	a_{12}	a_{13}	f_1	X_1
L	a_{21}	a_{22}	a_{23}	f_2	X_2
M	a_{31}	a_{32}	a_{33}	f_3	X_3
ارزش افزوده	V_1	V_2	V_3		
ورودی کل (واردات)	X_1	X_2	X_3		

حال برای هر سه صنعت رابطه‌ای مشابه رابطه (۳-۳) می‌نویسیم. رابطه سهم هر صنعت در صنایع دیگر و تساوی متناظر با صنعت را در رابطه (۳-۴) می‌بینیم.

$$a_{11} \times X_1 + a_{12} \times X_2 + a_{13} \times X_3 + f_1 = X_1 \quad \text{رابطه (۳-۴)}$$

$$a_{21} \times X_1 + a_{22} \times X_2 + a_{23} \times X_3 + f_2 = X_2$$

$$a_{31} \times X_1 + a_{32} \times X_2 + a_{33} \times X_3 + f_3 = X_3$$

حال از روی رابطه (۳-۴) می‌توان فرمت فرمول را به دست آورد و از ۳ صنعت به n صنعت فرمول را توسعه دهیم. فرمول توسعه داده شده را در رابطه (۳-۵) می‌بینیم.

$$\text{رابطه (۳-۵)}$$

$$a_{11} \times X_1 + a_{12} \times X_2 + \dots + a_{1n} \times X_n + f_1 = X_1$$

$$a_{21} \times X_1 + a_{22} \times X_2 + \dots + a_{2n} \times X_n + f_2 = X_2$$

⋮

$$a_{n1} \times X_1 + a_{n2} \times X_2 + \dots + a_{nn} \times X_n + f_n = X_n$$

حال این رابطه را می‌توان به شکل ماتریسی بازنویسی کرد. رابطه به شکل ماتریسی در رابطه (۳-۶) دیده می‌شود.

$$\begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} f_1 \\ \vdots \\ f_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} \quad \text{رابطه (۳-۶)}$$

که به صورت کوتاه شده به شکل رابطه (۳-۷) نوشته می‌شود.

$$AX + F = X \quad \text{رابطه (۳-۷)}$$

رابطه (۳-۷) رابطه اصلی روابط داده-ستانده است. ماتریس A نیز ماتریس ضرایب ثابت وابستگی است.

۳-۳-۱-۲- محاسبه ماتریس ضرایب لئونتیف

در رابطه (۳-۷) اگر ماتریس ضرایب فنی را داشته باشیم؛ در اصل میزان تاثیر یک صنعت در خروجی های یک صنعت را بدانیم و بدانیم تقاضای نهایی صنعت مربوطه چقدر است می‌توان بر اساس رابطه (۳-۸) زیر مشخص کرد خروجی کل صنعت چقدر بایستی باشد تا در تمام زمینه ها پاسخگو باشد.

$$AX + F = X$$

$$X - AX = F$$

$$X(I - A) = F$$

$$X = (I - A)^{-1}F \quad \text{رابطه (۳-۸)}$$

در رابطه (۳-۸) ماتریس I ماتریس واحد یعنی ماتریسی که درایه‌های قطری آن یک و بقیه درایه‌های آن صفر هستند. ماتریس $(I - A)^{-1}$ ماتریس ضرایب لئونتیف نام دارد. در این بخش از طریق محاسبات ریاضیاتی به ماتریس ضرایب لئونتیف رسیدیم. در بخش بعدی طریقه دستیابی به آن از طریق استدلال اقتصادی را بررسی می‌کنیم.

۳-۳-۱-۳- ماتریس ضرایب لئونتیف از طریق استدلال اقتصادی

با کمک ماتریس ضرایب ثابت وابستگی توانستیم متوجه شویم هر صنعت برا عرضه یک واحد از محصول خود به چه میزان به صنایع دیگر وابسته است. این وابستگی در بین صنایع زنجیروار ادامه دارد و تنها در یک لایه متوقف نمی‌شود. برای مثال یک کارخانه ساخت کامپیوتر برای تولید محصولاتش وابسته به صنایع قطعات مربوطه است. خود صنایع تولید قطعات برای عرضه به صنایع دیگری وابسته‌اند و این سیر وابستگی ادامه دارد.

با توجه به سیر وابستگی که توضیح داده شد؛ اگر در مقدار عرضه یکی از صنایع تغییری ایجاد شود، صنایع تامین کننده نیاز آن صنعت و در ارتباط با او هم به میزان وابستگی‌شان یعنی براساس ضرایب ثابت وابستگی‌شان دچار تغییر بایستی شوند.

برای فهم بهتر این موضوع مثالی را روی شبکه تجاری مطرح شده در جدول (۳-۱) بیان می‌کنیم. فرض کنید در میزان عرضه صنعت L ۱۰۰۰ واحد تغییر اعمال می‌شود. L برای تولید ۱ واحد خروجی به ۰.۱ واحد K و ۰.۴ واحد M نیاز دارد. بنابراین تغییر ۱۰۰۰ واحدی عرضه L نیاز به تغییر ۱۰۰ واحدی صنعت K و ۴۰۰ واحدی صنعت M می‌شود. K خود برای یک واحد عرضه به ۰.۳ واحد L نیاز دارد. پس تغییر عرضه ۱۰۰ واحدی K در گرو تغییر ۳۰ واحدی L است. همچنین خود M برای یک واحد عرضه به ۰.۳ واحد K و ۰.۲ واحد L وابسته است. برای ۴۰۰ واحد تغییر M وابسته به تغییر ۱۲۰ واحدی K و ۸۰ واحدی L است. پس در دور دوم در کل بایستی ۱۲۰ واحد عرضه K تغییر کند و ۱۱۰ واحد عرضه L تغییر کند. سیر تغییرات براساس وابستگی های صنایع در جدول (۳-۴) قابل مشاهده است.

جدول (۳-۴) تغییرات عرضه صنایع تحت تاثیر تغییر عرضه ۱۰۰۰ واحدی L

صنایع	افزایش اولیه در عرضه	تاثیر مستقیم	تاثیرات غیر مستقیم					میزان تغییر کلی
			F	AF	A^2F	A^3F	A^4F	
K	0	100	120	11	16.8	257
L	1000	0	110	36	12.1	1171
M	0	400	0	44	14.4	468

بنابه جدول (۳-۴) در دور اول میزان تغییرات براساس میزان وابستگی و تغییرات اولیه اعمال می‌شود. در دور دوم میزان تغییرات براساس میزان وابستگی و تغییرات حاصل دور اول اعمال می‌شود. این سیر تغییرات تا دور n ام ادامه می‌یابد. هر دفعه میزان تغییرات با ضرب ماتریس ضرایب ثابت وابستگی در تغییرات به دست می‌آید. در جدول (۳-۵) سیر اعمال تغییرات در دور های متوالی آمده است.

جدول (۳-۵) سیر اعمال تغییرات در دور های متوالی

تغییر اولیه	F
تاثیر تغییرات در دور اول	$F \rightarrow A \times F = AF$
...	...
تاثیر تغییرات در دور n ام	$A^{n-1}F \rightarrow A \times A^{n-1}F = A^nF$

تغییرات در عرضه در اصل شوکی است که به صنعت وارد می‌شود. بنابراین در ادامه به این تغییرات شوک می‌گوییم. حال تاثیرات کل در رابطه (۳-۹) آمده است.

$$A + AF + A^2F + \dots + A^{n-1}F + A^nF \quad \text{رابطه (۳-۹)}$$

$$= (I + A + A^2 + \dots + A^{n-1} + A^n)F \xrightarrow{\text{از نظر ریاضیاتی معادل است با}} (I - A)^{-1}F$$

رابطه (۳-۹) همان رابطه ضرایب لئونتیف را نشان می‌دهد. حال در جدول (۳-۶) ضرایب لئونتیف جدول داده-ستانده نمونه آورده شده است.

جدول (۳-۶) سیر اعمال تغییرات در دور های متوالی

	K	L	M
K	1.077	0.257	0.375
L	0.351	1.171	0.340
M	0.141	0.468	1.136

بنابراین برای تغییرات کل طبق محاسبات زیر به همان نتایج موجود در جدول (۳-۴) می‌رسیم.

$$\begin{bmatrix} 1.077 & 0.257 & 0.375 \\ 0.351 & 1.171 & 0.340 \\ 0.141 & 0.468 & 1.136 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0 \\ 1000 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 257 \\ 1171 \\ 468 \end{bmatrix}$$

۳-۳-۲- طراحی الگوریتم انتشار شوک

مدل لئونتیف با تمام کارایی‌هایی که دارد؛ اما پیچیدگی‌هایی هم دارد. این الگوریتم به دلیل استفاده از محاسبات ماتریسی برای محاسبات با حجم بالا بسیار سخت می‌شود. به همین دلیل پژوهشگران برای سادگی کار بایستی فرض‌هایی را در نظر گیرند و با توجه به آن مسئله را ساده‌تر کنند. این فرض‌های ساده‌کننده ممکن است نتیجه را تغییر دهد. از این رو در این پژوهش بر مبنای مدل لئونتیف الگوریتمی برای انتشار شوک در شبکه تجاری بیان می‌کنیم. اگر محاسبات توسط این الگوریتم و ماشین انجام شود دقت و سرعت رسیدن به نتیجه بالاتر می‌رود.

از نظر محاسباتی مدل لئونتیف پایه کار است. برای انتشار از ترکیب مدل‌های انتشار آستانه‌ای و آبشاری استفاده می‌کنیم. در این الگوریتم یک صف برای شوک‌ها در نظر می‌گیریم و شوک‌های اعمال شده در هر دور را درون آن می‌ریزیم. همچنین یک آستانه‌ای تعریف می‌کنیم. در صورتی که شوک‌های اعمالی از این آستانه کمتر شود عملیات متوقف می‌شود. زیرا در مقیاس حجم مبادلات شبکه تجاری مقدار آستانه بسیار ناچیز است. مراحل اعمال شوک و انتشار آن به شرح زیر است:

۱. با توجه به جدول داده-ستانده وارد شده، شبکه تجاری را بساز.
۲. ماتریس ضرایب ثابت وابستگی را براساس شبکه بساز.
۳. شوک اولیه تعریف شده را در صف شوک ها قرار بده.
۴. شوکی را از صف خارج کن.
۵. اگر مقدار شوک از آستانه کمتر است، عملیات انتشار شوک پایان می‌پذیرد و به مرحله ۶ می‌رویم؛ در غیر این صورت، شوک هایی از سمت مقصد شوک به شرکای تجاری‌اش به غیر از منبع شوک با مقدار سهمشان از شوک اولیه براساس میزان وابستگی و ضرایب ثابت وابستگی ایجاد کن و در صف قرار بده. به مرحله ۴ بر می‌گردیم.
۶. شوک های اعمال شده را با ذکر مبدا، مقصد، مقدار اولیه، ضریب ثابت وابستگی مربوطه و سهم از مقدار اولیه در فایل سیر شوک ها برای کاربر منتشر کن.

۳-۴- طراحی رابط کاربری نرم‌افزار انتشار شوک

در این بخش سیر رسیدن به رابط کاربری نرم‌افزار انتشار شوک را بررسی می‌کنیم. برای رسیدن به طراحی مناسب، ابتدا پارامترهای موردنیاز الگوریتم که بایستی از کاربر به عنوان ورودی گرفته می‌شد را استخراج کردم. در محله بعد چند پیش نمونه از طراحی را با کمک ابزارهای مربوطه آماده کردم. با مشورت با استاد راهنما نقص های هر پیش نمونه^۱ شناخته شد و طی چند سری رفت و برگشت به مدل مناسب رسیدیم.

۳-۴-۱- شناسایی اجزای موردنیاز در برنامه و پارامترهای الگوریتم

برای رسیدن به اجزای مورد نیاز که بایستی در طراحی لحاظ شوند؛ با توجه به الگوریتم تعریف شده در بخش قبل، پارامترهای متغیر را شناسایی کردیم. در ادامه این پارامترها معرفی می‌شوند و بخش متناظر با آنها در نرم‌افزار معرفی می‌شود.

¹ Prototype

۱-۴-۳- جدول داده-ستانده

برای آغاز فرآیند شوک لازم است جدول داده-ستانده‌ای داشته باشیم تا براساس آن شبکه را بسازیم. به همین منظور لازم است فایل جدول مد نظر کاربر در نرم‌افزار بارگزاری گردد. به کاربر این امکان داده می‌شود که از جدول پیش فرض استفاده کند.

۲-۴-۳- صنایع مورد بحث

لازم است دو صنعت توسط کاربر معرفی شود. این دو صنعت شرکای تجاری یکدیگر هستند که در سناریو مدنظر کاربر یکی از آنها در حجم مبادلاتش با دیگری تغییری ایجاد می‌کند. به همین دلیل در یک جایگاه بایستی صنعت صادر کننده و صنعت وارد کننده مورد بحث کاربر گرفته شود.

۳-۴-۱- جزئیات شوک ایجاد شده

بایستی شوک آغازین توسط کاربر تعریف شود. برای یک شوک لازم است بدانیم:

- توسط کدام یک از طرفین تبادل کننده آغاز می‌شود.
- چه درصدی از حجم مبادلات را تغییر می‌دهد.
- نوع تغییر افزایشی (+) یا کاهش (-) است.
- شوک در کدام سطح وارد می‌شود. کالاهای میانی یا کالای نهایی
- شرط پایان فرآیند انتشار شوک چیست. که دو گزینه وجود دارد یا پس از تعداد مشخصی دور و یا بعد از رسیدن به آستانه مشخصی متوقف شود.

تمامی اطلاعات ذکر شده در بالا بایستی از کاربر گرفته شوند.

۴-۴-۳- سناریوهای مقابله با شوک اعمال شده

برای جامع بودن نرم‌افزار چند سناریو بایستی جهت جبران شوک یا جایگزینی خسارت حاصل از شوک در نظر گرفته شود. گزینه‌هایی برای انتخاب کاربر در نرم‌افزار بایستی قرار بگیرد.

۳-۴-۲- نسخه‌هایی از نمونه‌های اولیه طراحی

برای رسیدن به یک طراحی کارا و کاربرپسند لازم است قبل از پیاده‌سازی چند طراحی اولیه آن بررسی شود و ایرادات مشخص شود. از این رو در این قسمت سیر طراحی با چند نسخه از پیش طراحی و خلاصه‌ای از بحث‌ها بر سر طراحی مربوطه آورده شده است.

۳-۴-۲-۱- پیش طراحی ۱

این پیش طراحی توسط ابزار آنلاین Marvel انجام شده است.

در این طراحی برای هر یک از اجزای موردنیاز صفحه‌ای جداگانه در نظر گرفته شده است. در تصاویر (۳-۳) تا (۳-۴) نمونه‌هایی از این طراحی برای صفحات موردنیاز دیده می‌شود.



شکل (۳-۳) طراحی صفحه ورود جدول داده-ستانده

شکل (۳-۴) طراحی صفحه ورود پارامترهای شوک

ایرادات این طراحی این بود که جامعه هدف نرم‌افزار به درستی فهمیده نشده بود. جامعه هدف افراد متخصص حوزه مربوطه هستند. در نتیجه دلیلی ندارد به صورت قدم به قدم آن‌ها را پیش ببریم. بلکه بهتر است در طی یک صفحه اطلاعات از کاربر گرفته شود.

ایراد دیگر گنگی عنوان بعضی از پارامترها برای مثال به جای منبع شوک و مقصد شوک، بهتر است صادرکننده و واردکننده شناسایی شوند. در مرحله بعد یکی از آن‌ها به عنوان منبع شوک معرفی شود.

۳-۴-۲-۲- پیش طراحی ۲

این طراحی با ابزار آنالیز uizard آماده شده است. این ابزار نسبت به ابزار پیش طراحی ۱ امکانات بیشتری برای طراحی در اختیار کاربر قرار می‌دهد.

در این طراحی عناوین قسمت‌های مختلف را کاربر در صفحه ورودی می‌بیند. صفحه ورودی در تصویر (۳-۵) دیده می‌شود. سپس در یک قسمت جدول داده-ستانده را وارد و در قسمت دیگر پارامترهای شوک و سناریو ها را وارد می‌کند. در تصاویر (۳-۶) و (۳-۷) طراحی این دو صفحه مشاهده می‌شود.

ایراد این طراحی هنوز دو صفحه بودن آن بود. همه موارد مورد نیاز از کاربر در قالب یک صفحه از کاربر بایستی گرفته شود. به دلیل وابستگی بعضی قسمت‌ها به جدول داده-ستانده بایستی این قسمت‌ها تا زمان وارد کردن جدول داده-ستانده غیر فعال بمانند.

شکل (۵-۳) صفحه ورود پیش طراحی ۲

شکل (۶-۳) پنجره دریافت جدول داده-ستانده

شکل (۷-۳) پنجره دریافت پارامترهای شوک و سناریو

۳-۴-۳- تصمیمات طراحی نهایی

در سیر پیاده‌سازی طراحی تصمیماتی جهت کاربرپسند شدن هرچه بیش‌تر رابط کاربری گرفته شد. چند مورد از آن‌ها را در این قسمت بررسی می‌کنیم.

در ابتدا باید استفاده از ابزار برای کاربر بسیار ساده باشد. بدین معنا که لازم نباشد چیزی را به خاطر بسپارد و یا دائم از برنامه خارج شود تا جدول داده-ستانده ورودی را چک کند. از این رو هر جا که لازم باشد کاربر صنعتی را انتخاب کند، به صورت لیست‌هایی گزینه‌های ممکن به او نشان داده شود.

همچنین بایستی کاربر در جریان عملیات در حال اجرا باشد. بنابراین هنگامی که فرآیند انتشار آغاز می‌شود تا زمان پایان بایستی در یک صفحه سیر عملیات و مقدار پیموده شده و مقدار باقی مانده به او نمایش داده شود.

امکان ذخیره وضعیت فعلی برنامه برای کاربر هم بایستی وجود داشته باشد. بدین معنا که متغیرهای فعلی که کاربر انتخاب کرده است، ذخیره شود. در دور بعد می‌تواند از فایل ذخیره شده استفاده کند تا پارامترها با همان داده‌ها تکمیل شوند.

۳-۴-۴- ابزار پیاده‌سازی طراحی

گزینه‌های متعددی جهت پیاده‌سازی رابط کاربری در زبان پایتون وجود دارند؛ از جمله، pyQt5, pySimpleGui, wxPython, kivy, Tkinter.

جهت پیاده‌سازی رابط کاربری از کتابخانه py Simple Gui استفاده خواهیم کرد. این کتابخانه ضمن اینکه بسیار راحت قابل استفاده است، امکانات مناسب چندین کتابخانه کارا را در قالب یک کتابخانه ارائه می‌دهد.

همچنین حجم مستندات این کتابخانه بسیار بالاست. بنابراین از خود مستندات و طراحی‌ها می‌توان جهت طراحی هر چه بهتر رابط کاربری ایده گرفت.

۳-۵- خلاصه و جمع‌بندی

در این فصل سیر تفکراتی پشت خروجی پژوهش بیان شد. ابتدا ایده مدل‌سازی شبکه تجارت بین‌المللی با کمک گراف بیان شد. همچنین چرایی این عمل و منافع حاصل از آن بررسی شد. در گام بعد ضمن بررسی

مدل لئونتیف الگوریتمی بر پایه آن و فرآیند انتشار جهت انتشار شوک در شبکه تجاری ارائه شد. در نهایت سیر آماده‌سازی طراحی رابط کاربری گفته شد. تصمیمات طراحی گرفته شد و ابزار پیاده‌سازی رابط کاربری بیان شدند. دلایل اتخاذ هر کدام از تصمیمات نیز گفته شدند.

فصل ۴

پیاده سازی الگوریتم انتشار شوک و رابط کاربری ابزار انتشار شوک

پس از رسیدن به الگوریتم مناسب و طراحی با کیفیت در فصل قبل، در این فصل مروری بر چگونگی پیاده سازی هر کدام از این دو می کنیم. در هر کدام خروجی حاصل و نتایج را بررسی می کنیم. رابط کاربری را بررسی می کنیم و عملکرد قسمت ها و امکانات متمایز آن را صحت سنجی می کنیم.

۴-۱- مقدمه

در این فصل ابتدا مروری بر چگونگی پیاده سازی الگوریتم انتشار شوک خواهیم کرد. سپس چگونگی پیاده سازی رابط کاربری مورد بررسی قرار خواهد گرفت. همچنین نمونه ای از خروجی ها و عملکرد رابط کاربری نشان داده خواهد شد.

۴-۲- پیاده سازی الگوریتم انتشار شوک

در این بخش به جزئیات پیاده سازی الگوریتم انتشار شوک می پردازیم. جهت پیاده سازی الگوریتم از python3.9 استفاده شده است.

۴-۲-۱- کتابخانه های استفاده شده جهت پیاده سازی

بخش عظیمی از الگوریتم شامل تجزیه و تحلیل داده و پیمایش جدول داده-ستانده است. از این رو استفاده از کتابخانه های کاربردی صحیح اهمیت بالایی دارد و تاثیر بالایی روی کیفیت کد خواهد داشت. از این رو در این بخش چند کتابخانه مهم استفاده شده و کاربرد آن ها بررسی خواهد شد.

۴-۲-۱-۱- کتابخانه pandas

جدول های داده-ستانده ورودی به فرمت جدا شده با کاما^۱ هستند. برای خواندن این فایل ها و کار روی آن بهترین و قوی ترین کتابخانه pandas است. با کمک آن سطر و ستون ها به راحتی پیمایش می شوند.

۴-۲-۱-۲- کتابخانه networkx

همان طور که در فصل قبل اشاره شد، برای تجزیه و تحلیل راحت تر جدول داده-ستانده آن را با یک گراف مدل سازی می کنیم و به آن شبکه تجاری می گوئیم. این کتابخانه برای ساخت گراف ها بسیار کارا است. همچنین با کمک آن انواع گراف های وزن دار و جهت دار قابل تعریف هستند. در کل این کتابخانه کار با گراف را بسیار راحت تر می سازد.

¹ Comma Separated Values (CSV)

۳-۱-۲-۴ - کتابخانه math

همان طور که از نام این کتابخانه واضح است، برای تعدادی از محاسبات ریاضیاتی در الگوریتم از توابع موجود در این کتابخانه استفاده کردیم. این کتابخانه توابع متعددی را در اختیار برنامه نویس قرار می دهد که با کمک آن ها محاسبات را هوشمندانه تر می توان پیاده سازی کرد.

۲-۲-۴ - طراحی شی گرا و ماژولار

برای پیاده سازی از طراحی شی گرا استفاده شده است. شی گرا بودن کد باعث می شود هر کدام از عملیات از طریق شی مربوطه که داده های مربوط به خود را در اختیار دارد؛ انجام شود. همچنین به دلیل پیچیدگی ذاتی مسائل اقتصادی و انتشار شوک بسیار اهمیت دارد کد نظم کافی داشته باشد.

برای هر کدام از قسمت های مختلف کد و نیازمندی ها تابعی جدا در کلاس شی مربوط به خودش پیاده سازی شده است. این نکته به همراه شی گرا بودن امکان اشکال یابی در کد و رفع آن را بسیار ساده تر می سازد. همچنین بروزرسانی کد در آینده و اضافه کردن خصوصیات جدید به آن را بسیار راحت تر می سازد. در ادامه کلاس هایی که برای اشیاء در طراحی در نظر گرفتیم را بررسی می کنیم:

۱-۲-۲-۴ - کلاس Network

این کلاس جهت ایجاد شبکه تجارت بین الملل و پردازش آن آماده سازی شده است. این کلاس با کمک قسمت مبادلات کالاهای میانی جدول داده-ستانده، خروجی کل و نام صنایع شبکه را می سازد. همچنین ضرایب ثابت وابستگی صنایع را هم نگهداری می کند.

۲-۲-۲-۴ - کلاس Sectors

این کلاس عملاً لیستی از تمام ناحیه ها و یا همان گره های شبکه تجارت است. در این کلاس نام و همسایگان گره به تفکیک عرضه کنندگان به این گره و درخواست کنندگان از این گره نگهداری می شود.

۴-۲-۲-۳ - کلاس Edges

این کلاس برای نگه داری یال‌های شبکه تجاری بین‌المللی به کار می‌رود. صفات هر شی این کلاس شامل نام صادرکننده در ارتباط، نام وارد کننده در ارتباط و وزن یال که همان میزان و حجم مبادلات میان دو صنعت است؛ می‌باشد.

۴-۲-۲-۴ - کلاس Shock

این کلاس به جهت ایجاد شی شوک پیاده‌سازی می‌شود. در آن لیستی از تمام شوک‌ها نگه‌داری می‌شود. هر شی این کلاس صفات منبع شوک، مقصد شوک، علامت شوک، میزان و اینکه مربوط به کدام شماره دور انتشار می‌باشد؛ هست.

۴-۲-۲-۵ - کلاس ShockManager

این کلاس برای مدیریت شوک‌ها استفاده می‌شود. در اصل فرآیند انتشار شوک توسط شی‌ای از نوع این کلاس انجام می‌شود. شی این کلاس شبکه تجاری، آستانه تعریف شده برای شوک و حداکثر تعداد دورهای انتشار شوک را در اختیار دارد. شوک‌ها در این کلاس به صف انتشار اضافه می‌شوند و برای پردازش از صف خارج می‌شوند.

۴-۲-۳ - روند کلی اجرای انتشار شوک

به طور کل ابتدا جدول داده-ستانده گرفته می‌شود. اجزای جدول داده-ستانده شامل: حجم مبادلات کالاهای میانی، مالیات، ارزش افزوده، خروجی کل و حجم مبادلات کالاهای نهایی جداسازی می‌شود. سپس شبکه تجارت بین‌المللی ساخته می‌شود. از روی شبکه یال‌ها و گره‌ها هم ساخته و ذخیره می‌شوند. با کمک دو جز جدا شده حجم مبادلات کالاهای میانی و خروجی کل ماتریس ضرایب ثابت وابستگی ساخته می‌شود.

با توجه به ورودی‌های کاربر شوک اولیه ساخته می‌شود. این شوک در صف شوک‌ها قرار می‌گیرد. سپس با کمک شبکه تجارت همسایگان مقصد شوک شناخته می‌شود. به هر کدام از همسایگان سهمشان از شوک اولیه با همان علامت وارد می‌شود و شوک‌ها با شماره دوری یک واحد بالاتر از دور فعلی به صف شوک‌ها اضافه می‌شود. سهم همسایگان با توجه به حجم مبادلات میان آن‌ها یا همان ضریب ثابت وابستگی اضافه می‌شود. این

فرآیند تا زمانی که مقدار شوک از آستانه تعریف شده کم تر شود و یا تعداد دورهای انتشار شوک به حداکثر تعداد دورهای تعریف شده توسط کاربر برسد ادامه می یابد.

پس پایان فرآیند انتشار شوک، تمام شوک ها از دور آغازی تا پایان در آدرسی که توسط کاربر مشخص شده است نگه داری می شود. این فایل به صورت جدا شده با کاما خواهد بود. برای هر سطر منبع شوک، مقصد شوک، مقدار اصلی شوک، سهم این مقصد از شوک، ضریب ثابت وابستگی میان منبع و مقصد شوک و دور اعمال شوک ذخیره می گردد.

۴-۳- پیاده سازی رابط کاربری ابزار انتشار شوک

برای ارتباط کاربر با الگوریتم انتشار شوک نیاز به یک رابط داریم. از این رو نیاز است رابط کاربری مناسب با طراحی مناسب پیاده سازی شود. در این بخش رابط کاربری ابزاری که در این پژوهش آماده شده است را بررسی می کنیم. این بخش هم با زبان python و نسخه 3.9 آن پیاده سازی شده است.

۴-۳-۱- کتابخانه های استفاده شده جهت پیاده سازی

مانند قسمت پیاده سازی الگوریتم انتشار شوک، برای پیاده سازی رابط کاربری و پردازش سریع تر نیاز های کاربر از تعدادی کتابخانه بایستی استفاده در ادامه تعداد از کتابخانه استفاده شده و مورد کاربرد آنها بررسی می شود.

۴-۳-۱-۱- کتابخانه pySimpleGui

در فصل های قبل درباره این کتابخانه توضیح دادیم. این کتابخانه جهت پیاده سازی رابط کاربری عناصری^۱ را در اختیار برنامه نویس قرار می دهد. با کنار هم قرار دادن این عناصر رابط کاربری طراحی می شود.

¹ Element

۴-۳-۱-۲- کتابخانه OS

برای آنکه به فایل و آدرس فایلی که کاربر برای جدول داده-ستانده و ذخیره خروجی معرفی می‌کند، دسترسی بیابیم؛ از این کتابخانه استفاده می‌کنیم. این کتابخانه امکان این را فراهم می‌سازد که دستورات سیستم‌عامل را مستقل از سیستم‌عامل اجرا کنیم.

۴-۳-۲- شکست اجزای رابط کاربری

در کتابخانه pySimpleGui برای ایجاد یک پنجره جهت رابط کاربری عنصری به نام window وجود دارد. در اصل برای تمام رابط کاربری‌ها جدا از کاربرد آن این عنصر ابتدا بایستی تعریف شود. برای طراحی این عنصر یا همان پنجره بایستی ساختاری^۱ تعریف شود که شامل عناصر دیگر موجود در رابط کاربری باشد. طراحی کلی رابط کاربری ابزار انتشار شوک را در شکل (۴-۱) دیده می‌شود.

شکل (۴-۱) طراحی کلی رابط کاربری ابزار انتشار شوک

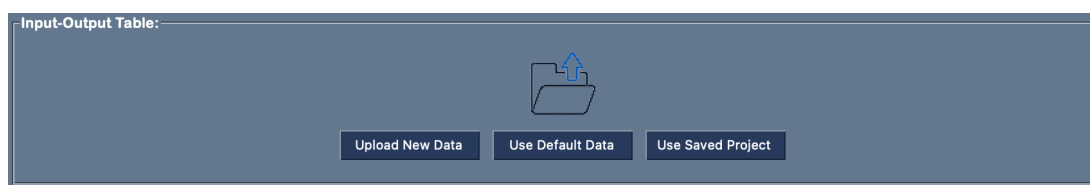
¹ Layout

به دلیل تعداد زیاد عناصر موجود در رابط کاربری ابزار انتشار شوک تعریف آنها یک جا بسیار پیچیده است. همچنین در صورت رخداد خطا در خروجی خطایابی سخت خواهد بود. بنابراین ساختار رابط کاربری را به اجزای کوچکتری شکستیم. در ادامه این اجزا را بررسی می کنیم.

۴-۳-۲-۲- محل دریافت فایل ورودی از کاربر

این ناحیه از رابط کاربری برای ورودی اولیه کاربر تعبیه شده است. این ورودی ۳ حالت می تواند باشد:

- بارگزاری جدول داده-ستانده دلخواه
برای این گزینه دکمه^۱ ای با قابلیت جستجوی فایل ها^۲ تعبیه شده است. با کلیک بر این دکمه فایل های کامپیوتر کاربر نمایش داده می شود تا کاربر فایل مدنظر را به راحتی انتخاب کند.
 - استفاده از جدول داده-ستانده پیش فرض موجود
برای این گزینه دکمه ای تعبیه شده است. با کلیک بر این دکمه فایلی که کنار برنامه ذخیره شده است؛ که آخرین نسخه جدول داده-ستانده جهانی است، انتخاب می شود.
 - استفاده از اطلاعات پروژه ذخیره شده از قبل
در این حالت مجدد دکمه ای با قابلیت جستجوی فایل ها تعبیه شده است. کاربر فایلی که شامل اطلاعات ذخیره شده از پروژه قبلی است را انتخاب می کند.
- شکل (۴-۲) طراحی این قسمت را نشان می دهد.



شکل (۴-۲) طراحی قسمت دریافت فایل ورودی رابط کاربری

۴-۳-۲-۳- محل دریافت اطلاعات فایل خروجی

در این بخش دو قسمت برای گرفتن متن از کاربر تعبیه شده است. در یکی از آنها نام دلخواهی برای فایل خروجی از کاربر گرفته می شود. در دیگر آدرس پوشه^۱ ذخیره فایل گرفته می شود. برای قسمت دوم

^۱ Button

^۲ File Browser

دکمه‌ای هم با قابلیت جستجوی بین پوشه‌ها^۲ تعبیه شده است. این دکمه به کاربر کمک می‌کند پوشه مورد نظرش بیابد و لازم به حفظ مسیر پوشه و تایپ آن نیست. شکل (۴-۳) طراحی این قسمت را نشان می‌دهد.

شکل (۴-۳) طراحی قسمت دریافت اطلاعات خروجی از کاربر

۴-۳-۲-۴- محل دریافت اطلاعات دو صنعت مرتبط (صادرکننده و واردکننده)

در این قسمت دو بخش با طراحی مشابه، یکی برای واردکننده و دیگری برای صادرکننده تعبیه شده است. در هر کدام دو جایگاه ورود داده با گزینه‌های انتخابی^۳ قرار دارد. یکی برای نام کشور و دیگری برای صنعت مربوطه است. این قسمت در ابتدا غیرفعال است. بعد از انتخاب فایل داده-ستانده با توجه به کشورها و صنایع موجود در آن و با گزینه‌های مناسب فعال می‌شود. طراحی این قسمت در شکل (۴-۴) دیده می‌شود.

شکل (۴-۴) طراحی قسمت دریافت اطلاعات دو صنعت مرتبط و مورد بحث

۴-۳-۲-۵- محل دریافت اطلاعات مرتبط با شوک

در این قسمت اطلاعات مرتبط با شوک از کاربر گرفته می‌شود. برای منبع شوک دو گزینه با کلید تک انتخابی^۴ تعبیه شده است. چون تنها یکی از این دو گزینه می‌تواند در لحظه فعال باشد. برای مقدار شوک، نوع کالا تحت تاثیر شوک و شرط پایان نیز همین حالت وجود دارد. طراحی این قسمت در شکل (۴-۵) دیده می‌شود. با انتخاب هر یک از گزینه‌های مرتبط با شرط پایان جایگاهی برای دریافت مقدار مرتبط از کاربر در صفحه برای کاربر ظاهر می‌شود.

¹ Folder

² Folder Browser

³ Dropdown List

⁴ Radio Button

Shock Attributes:

Source Of Shock: ☐ Importer ☐ Exporter

Shock Amount: ☐ + ☐ - %

Shock To: ☐ Intermediate Goods ☐ Final Demands

Stop At: ☒ Iteration Count ☐ Threshold

شکل (۴-۵) طراحی قسمت دریافت اطلاعات شوک

۴-۳-۲-۶- محل دریافت اطلاعات سناریو مقابله با شوک

در این قسمت دو بخش با طراحی مشابه تعبیه شده است. یکی برای سناریو واردکننده و دیگری برای صنعت صادرکننده است. در هر کدام سناریو ها به دو دسته عوارض جانبی^۱ و جایگزینی^۲ تقسیم شده‌اند. کاربر یکی از سناریوها را می‌تواند انتخاب کند. بنابراین از دکمه های تک انتخابی استفاده شده است. طراحی این قسمت در شکل (۴-۶) قابل مشاهده است.

Scenario For Importer(Demander):

Side Effects

- ☐ Based on the change of imports, production WOULD CHANGE; therefore, exports would change.
- ☐ Based on the change of imports, production WOULD NOT CHANGE; therefore, imports would change.

Compensation

- ☐ The importer chooses the next best option as an alternative.
- ☐ The importer chooses other countries/sectors as an alternative

Scenario For Exporter(Provider):

Side Effects

- ☐ Based on the change of exports, production WOULD CHANGE; therefore, imports would change.
- ☐ Based on the change of exports, production WOULD NOT CHANGE; therefore, exports would change.

Compensation

- ☐ The exporter chooses the next best option as an alternative.
- ☐ The exporter chooses other countries/sectors as an alternative

شکل (۴-۶) طراحی قسمت دریافت اطلاعات سناریو مقابله با شوک

در رابط کاربری هدف راحت بودن کاربر است. در نتیجه اگر سناریو آخر جایگزینی که جایگزینی با لیستی از صنایع دیگر است؛ توسط کاربر انتخاب شود، پنجره جدیدی باز می‌شود. طراحی این پنجره در شکل (۴-۷) قابل مشاهده است. در این صفحه ۴ جایگزین با مقدار سهم جایگزینی مشخص می‌شود. برای نام صنعت مانند قسمت اطلاعات صادرکننده و وارد کننده عمل می‌کنیم. برای درصد سهم هم تنها جایگاهی برای ورود عدد از سمت کاربر تعبیه شده است.

¹ Side Effects

² Compensation

Country	Sector	Percentage
CAN	09	20
-Select-	-Select-	
-Select-	-Select-	
-Select-	-Select-	

شکل (۴-۷) پنجره انتخاب گزینه‌های جایگزین

پس از پایان انتخاب گزینه‌های جایگزین از سمت کاربر و بستن پنجره اطلاعات وارد شده از سمت کاربر با فرمت مناسب در فضای جدید برای ورود داده‌های چند خطی^۱ نمایش داده می‌شود. از این طریق در صورت نیاز کاربر می‌تواند اطلاعات را تغییر و تصحیح کند. طراحی این فضا در شکل (۴-۸) قابل مشاهده است.

☒ The importer chooses other countries/sectors as an alternative

CAN_09 : 20

شکل (۴-۸) فضای نمایش گزینه‌های جایگزین از سمت کاربر

۴-۳-۳- پیاده‌سازی تصمیمات طراحی دیگر

تا این قسمت نیازمندی‌های اصلی ابزار انتشار شوک طراحی و پیاده‌سازی شدند. اما تعدادی از تصمیمات طراحی نه به دلیل الزام، بلکه به دلیل بالا بردن کیفیت ابزار اتخاذ شده‌اند. در ادامه این موارد را به همراه پیاده‌سازی مربوطه‌شان بررسی خواهیم کرد.

۴-۳-۳-۱- پنجره با اطلاعات مناسب هنگام انتخاب گزینه آغاز

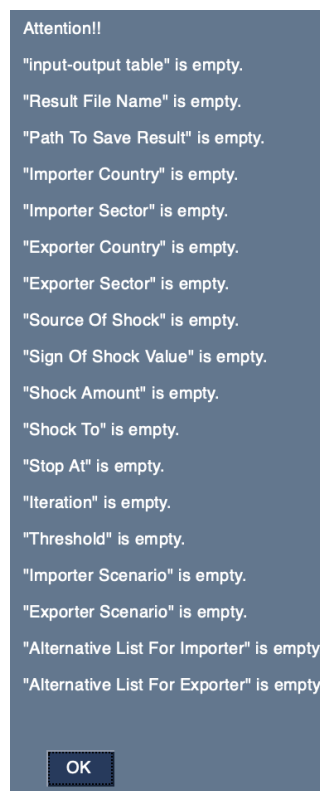
هنگامی که کاربر دکمه آغاز انتشار شوک را در پایین صفحه انتخاب می‌کند، دو حالت ممکن است رخ

دهد:

- تعدادی از فیلدهای موردنیاز را در نرم‌افزار وارد نکرده باشد و اطلاعات ناقص باشد.

¹ Multiline Input

در اینصورت باید جلوی شروع فرآیند گرفته شود؛ در غیر اینصورت برنامه با خطا روبرو می شود چون داده موردنیازش را ندارد. همچنین بایستی کاربر از توقف برنامه و دلیل توقف آگاه باشد تا بتواند مشکل به وجود آمده را تصحیح کند. به همین دلیل پنجره جدیدی برای این قسمت طراحی شده است. در صورتی که یکی از فیلدها خالی باشد این پنجره با پیامی حاوی اخطار و نام فیلد خالی ظاهر^۱ می شود. در شکل (۹-۴) پنجره اخطار در حالتی که بدون وارد کردن هیچ کدام از فیلدها برنامه اجرا شود، دیده می شود.



شکل (۹-۴) پنجره خطای کامل نبودن فرم اطلاعات

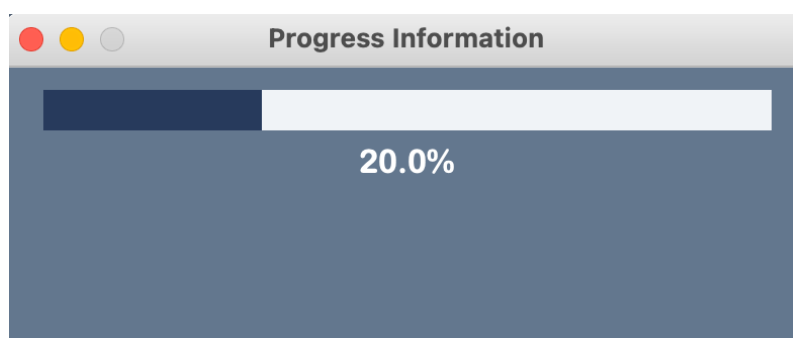
- تمام اطلاعات وارد شده باشد و فرآیند انتشار شوک آغاز شود.
- در این حالت کاربر بایستی در جریان اجرای برنامه و میزان پیشرفت آن قرار گیرد. از آن جا که محاسبات شوک و انتشار آن بسته به حجم شبکه ممکن است طول بکشد، بی اطلاع بودن کاربر کیفیت ابزار را بسیار کم می کند. بنابراین پنجره جدیدی برای اطلاعات پیشرفت^۲ طراحی شد. در این پنجره یک نوار پیشرفت^۳ تعبیه شده است. بسته به تعداد دوره های انتشار کامل شده و حداکثر تعداد دوره های انتشار درصد پیشرفت اجرای برنامه هم به صورت درصدی و هم به صورت بصری

^۱ Pop up

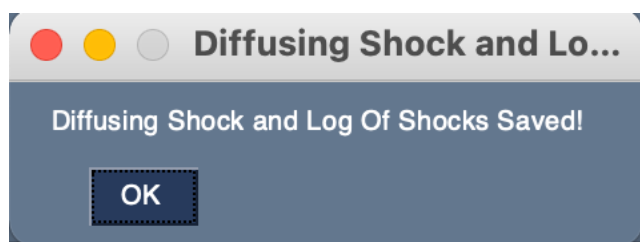
^۲ Progress Information

^۳ Progress bar

به کاربر نشان داده می شود. شکل (۴-۱۰) پنجره اطلاعات پیشرفت اجرای یک برنامه انتشار را نشان می دهد.



شکل (۴-۱۰) پنجره اطلاعات پیشرفت انتشار شوک همچنین در صورت پایان بدون مشکل فرآیند انتشار طی پیامی به کاربر پایان اطلاع داده می شود و ذخیره سازی فایل تاریخچه^۱ شوک های ایجاد شده در مکان تعریف شده توسط او اعلام می شود. تصویر این پیام در شکل (۴-۱۱) قابل مشاهده است.



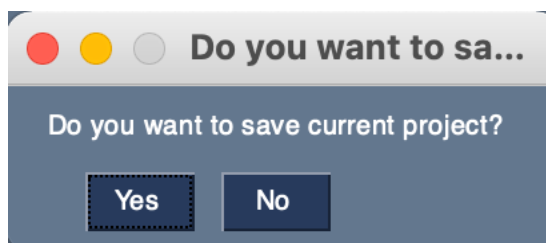
شکل (۴-۱۱) پنجره اعلام پایان فرآیند انتشار

۴-۳-۳-۲- ذخیره پروژه فعلی

یکی از امکاناتی که کیفیت نرم افزار را می تواند افزایش دهد، اضافه کردن امکان ذخیره پروژه با فیلدهای فعلی است. در این حالت در دفعه بعد کاربر می تواند از همین پروژه کار خود را ادامه دهد.

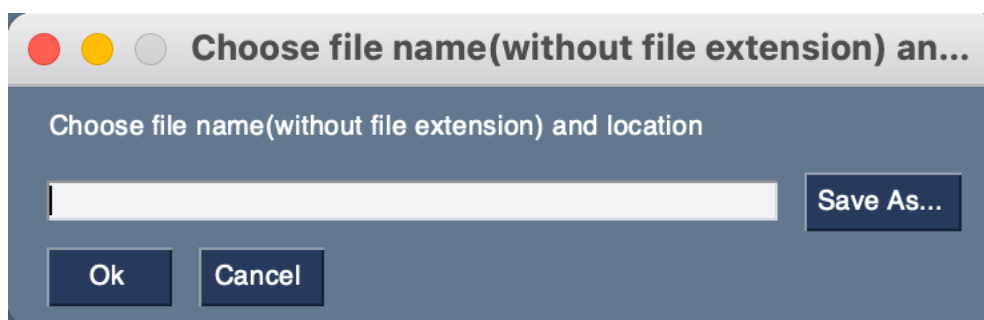
جهت اضافه کردن امکان ذخیره پروژه، در صورتی که کاربر قصد خروج از برنامه را داشته باشد از او در پنجره ای جدید پرسیده می شود تمایل به ذخیره پروژه فعلی دارد یا خیر. شکل (۴-۱۲) طراحی این پنجره را نشان می دهد.

¹ Log File



شکل (۴-۱۲) پنجره بررسی تمایل کاربر به ذخیره پروژه فعلی

اگر خیر را انتخاب کند، برنامه پایان می‌پذیرد. اما گزینه بله پنجره جدیدی را برای کاربر ظاهر می‌کند. در این پنجره محلی برای وارد کردن مسیر ذخیره فایل پروژه از کاربر خواسته می‌شود. یک کلید ذخیره با شرایط گفته شده^۱ در این پنجره وجود دارد. با فشردن این کلید صفحه‌ای به کاربر نشان می‌دهد تا نام فایل و مسیر را از پوشه‌های سیستمش انتخاب کند. شکل (۴-۱۳) پنجره دریافت اطلاعات مکان ذخیره فایل پروژه را نشان می‌دهد.



شکل (۴-۱۳) پنجره دریافت اطلاعات و مکان ذخیره فایل پروژه

۴-۳-۴- پیاده‌سازی دریافت اطلاعات از رابط کاربری و فهم عملیات کاربر

در پیاده‌سازی رابط کاربر بسیار اهمیت دارد که عملیاتی که کاربر انجام می‌دهد مانند کلیک بر روی یک دکمه یا تایپ داده را متوجه شویم و با توجه به آن پاسخ درست به او داده شود. همچنین در نرم‌افزار فعلی بایستی اطلاعات از فرم پر شده توسط کاربر استخراج شوند و با توجه به آن الگوریتم انتشار شوک اجرا شود.

در این قسمت بررسی خواهیم دریافت اطلاعات از رابط کاربری و فهم عملی که کاربر انجام می‌دهد؛ به چه شکل پیاده‌سازی می‌شود.

¹ Save as

در طراحی با کتابخانه pySimpleGui هر یک از عناصر حاضر در طراحی کلید شناسایی یکتایی^۱ دارند. عملیاتی که در رابط کاربر از سمت کاربر صورت می پذیرد؛ به عنوان یک رویداد^۲ شناخته می شود. منبع رویداد هر کدام از عناصر باشد، مقدار رویداد برابر با کلید آن عنصر خواهد شد.

حال این رویداد ها دو حالت دارند و بنا به نوع آن ها رفتار متفاوتی خواهیم داشت:

- به هدف آن است که کاربر به یک متغیر مقداری را نسبت دهد
برای مثال حداکثر تعداد دور انتشار شوک را مشخص کند. منبع این رویداد عنصرهای دریافت ورودی هستند. در نرم افزار پژوهش ما عنصر دریافت متن و دکمه تک انتخابی جزو این عناصر هستند. چنین عناصری مقداری^۳ هم که بیانگر ورودی کاربر هستند را نگهداری می کنند. برای دریافت مقدار هر عنصر کافی است مقدار مربوط به کلید آن عنصر را با فرمت `value[key_name]` بررسی کنیم.
مقدار عناصر دریافت متن برابر با متنی است که کاربر وارد کرده و برای کلید های تک انتخاب مقدار در صورت انتخاب شدن True و در صورت عدم انتخاب شدن False است.
بنابراین برای ذخیره داده های کاربر کافی ست در صورت رخداد رویداد مربوط به هر کدام از عناصر ورودی کاربر، مقدار آن عنصر خوانده و ذخیره گردد.
- کاربرفرمانی می دهد
برای مثال کلید آغاز اجرای فرآیند انتشار فشرده می شود. در این حالت زمانی که رویداد شناسایی شد، عملیات متناسب بسته به فرمان کاربر صورت می پذیرد. بدین معنا که دیگر چیزی به عنوان مقدار نخواهیم داشت.

نکته حائز اهمیت این است که در هر لحظه می توان با دستور خواندن^۴ پنجره کلی نرم افزار متوجه رویداد رخ داده شده و در صورت وجود مقدار آن شویم. خروجی این تابع خواندن یک جفت است؛ عضو اول کلید عنصر منبع رویداد و عضو دوم مقدار رویداد است.

¹ key

² Event

³ Value

⁴ read

۴-۴- اتصال رابط کاربری و الگوریتم انتشار شوک

حال که هر دو قسمت رابط کاربری و الگوریتم انتشار پیاده سازی شده است، لازم است این دو را به یک-دیگر متصل کنیم. بدین جهت لازم است ابتدا اطلاعات ورودی کاربر دریافت و ذخیره شود. دریافت اطلاعات مطابق با توضیحات بخش قبل انجام می شود. برای ذخیره سازی از ساختمان داده دیکشنری استفاده می کنیم. کلیدهای این ساختمان داده اطلاعات درخواستی از کاربر و مقدار هر کلید برابر با مقدار وارد شده از سمت کاربر خواهد بود.

بنابراین تا این قسمت اطلاعات کاربر استخراج و ذخیره شدند. حال بایستی منتظر فرمان آغاز فرآیند انتشار شوک از سمت کاربر باشیم. زمانی که این فرمان را دریافت کردیم، ابتدا با چک کردن دیکشنری مطمئن می شویم متغیری خالی نمانده باشد. در صورت وجود متغیر خالی به کاربر هشدار می دهیم؛ در غیر این صورت دیکشنری اطلاعات کاربر به تابع اصلی و آغاز کننده الگوریتم انتشار شوک پاس داده می شود.

از این قسمت به بعد الگوریتم انتشار شوک مستقل فرآیند انتشار را اجرا می کند. تنها هر گاه یک دور به اتمام رسید، سیگنالی به رابط کاربری فرستاده می شود. این سیگنال برای بروزرسانی وضعیت پیشرفت انتشار شوک و نمایش بصری آن به کاربر است. در صورت اتمام انتشار شوک نیز سیگنال اتمام به رابط کاربری ارسال می شود تا پیغام پایان مناسب به کاربر نمایش داده شود.

۴-۵- نتایج پیاده سازی و خروجی های برنامه

در این قسمت نتایج حاصل از پیاده سازی و خروجی های برنامه را بررسی خواهیم کرد. با چند تست سعی در صحت سنجی پیاده سازی خواهیم کرد. ابتدا الگوریتم انتشار شوک را به تنهایی بررسی خواهیم کرد. سپس رابط کاربری را بررسی می کنیم. در نهایت ترکیب این دو را مورد بررسی قرار می دهیم.

۴-۵-۱- نتایج پیاده سازی الگوریتم انتشار شوک

برای بررسی صحت و نتیجه عملکرد الگوریتم شوک پیاده سازی شده، از همان داده های جدول داده-ستانده نمونه استفاده کردیم. ابتدا صحت ماتریس ضرایب ثابت وابستگی را بررسی می کنیم. شکل (۴-۱۴) ماتریس ضرایب ثابت حاصل از الگوریتم را نشان می دهد.

0.0	0.1	0.3
0.3	0.0	0.2
0.0	0.4	0.0

شکل (۴-۱۴) ماتریس ضرایب ثابت وابستگی جدول داده-ستانده نمونه براساس الگوریتم پیاده سازی شده با مقایسه ماتریس حاصل از الگوریتم و ماتریس حاصل از محاسبات ریاضیاتی متوجه صحت این بخش می شویم.

مرحله بعد صحت سنجی فرآیند انتشار شوک است. از این رو تغییری ۱۰۰۰ واحدی بر عرضه نهایی صنعت L وارد کردیم. دو خروجی این قسمت را بررسی کردیم یکی شوک های ایجاد شده در هر دور و دیگری مجموع شوک های اعمال شده به هر یک از سه صنعت. الگوریتم با حداکثر ۱۰ دور انتشار شوک آزموده شده- است.

Origin	Target	Origin_Shock	Coefficient	Target-Shock	Iteration
L_0	M_0	1000	0.4	400	0
L_0	K_0	1000	0.1	100	0
M_0	K_0	400	0.3	120	1
K_0	L_0	120	0.3	36	2
L_0	M_0	36	0.4	14.4	3
M_0	K_0	14.4	0.3	4.32	4
K_0	L_0	4.32	0.3	1.296	5
L_0	M_0	1.296	0.4	0.5184	6
M_0	K_0	0.5184	0.3	0.1555	7
K_0	L_0	0.1555	0.3	0.0467	8
L_0	M_0	0.0467	0.4	0.0187	9
M_0	K_0	0.0187	0.3	0.0056	10

شکل (۴-۱۵) شوک های ایجاد شده در هر مرحله - ۱۰ دور انتشار

K_0	224.48111871794703
L_0	1037.3426559991608
M_0	414.9370623975896

شکل (۴-۱۶) مجموع شوک های هر صنعت - ۱۰ دور انتشار

شوک های ایجاد شده برای هر صنعت که در شکل (۴-۱۵) آمده است صحت یافتن همسایه های گره و تاثیر ضریب ثابت وابستگی را نشان می دهد. دلیل تفاوتی که با محاسبات ریاضی این است که در الگوریتم این موضوع اعمال می شود که هنگام تقسیم شوک، منبع شوک دوباره دچار شوکی نمی شود. یعنی برای مثال در

دور سوم K و M شوکی را به L که برایشان منبع شوک بود، اعمال نمی کنند. اگر این شرط اعمال نشود، نتیجه کاملاً مطابق با محاسبات ریاضیاتی خواهد بود. نتایج بدون اعمال این شرط در تصاویر (۴-۱۷) و (۴-۱۸) دیده می شود. همانطور که می بینید نتایج کامل منطبق با محاسبات است.

Origin	Target	Origin_Shock	Coefficient	Target-Shock	Iteration
L_0	M_0	1000	0.4	400	0
L_0	K_0	1000	0.1	100	0
K_0	L_0	100	0.3	30	1
M_0	L_0	400	0.2	80	1
M_0	K_0	400	0.3	120	1
K_0	L_0	120	0.3	36	2
L_0	M_0	110	0.4	44	2
L_0	K_0	110	0.1	11	2
K_0	L_0	11	0.3	3.3	3
M_0	L_0	44	0.2	8.8	3
M_0	K_0	44	0.3	13.2	3
L_0	M_0	36	0.4	14.4	3
L_0	K_0	36	0.1	3.6	3
M_0	L_0	14.4	0.2	2.88	4
M_0	K_0	14.4	0.3	4.32	4
K_0	L_0	16.8	0.3	5.04	4
L_0	M_0	12.1	0.4	4.84	4
L_0	K_0	12.1	0.1	1.21	4
M_0	L_0	4.84	0.2	0.968	5
M_0	K_0	4.84	0.3	1.452	5
K_0	L_0	5.53	0.3	1.659	5
L_0	M_0	7.92	0.4	3.168	5
L_0	K_0	7.92	0.1	0.792	5
M_0	L_0	3.168	0.2	0.6336	6
M_0	K_0	3.168	0.3	0.9504	6
K_0	L_0	2.244	0.3	0.6732	6
L_0	M_0	2.627	0.4	1.0508	6

شکل (۴-۱۷) شوک های ایجاد شده در هر مرحله - ۱۰ دور انتشار - بدون شرط عدم اعمال شوک به منبع

K_0	257.5795856671253
L_0	1170.923287137037
M_0	468.35056187647444

شکل (۴-۱۸) مجموع شوک های هر صنعت - ۱۰ دور انتشار - بدون شرط عدم اعمال شوک به منبع

۴-۵-۲- نتایج پیاده سازی رابط کاربری ابزار انتشار شوک

صحت سنجی این قسمت شامل درست کنار هم قرار گرفتن عناصر و بخش های متفاوت طراحی می شود. که این موضوع در تصاویر بخش پیاده سازی رابط کاربری نشان داده شده است.

موضوع دیگر رفتار درست برنامه و عکس العمل صحیح است. این موضوع هم در تصاویر بخش پیاده سازی رابط کاربری و بیان پنجره های متعددی که در عکس العمل به یک دستور کاربر باز می شدند؛ بررسی شد.

۳-۵-۴- نتایج پیاده سازی اتصال رابط کاربری به الگوریتم انتشار شوک

حال که از صحت عملکرد هر قسمت جداگانه اطمینان حاصل کردیم بایستی از صحت عملکرد این دو با هم و در ارتباط باهم نیز مطمئن شویم. دو سناریو جهت تست در نظر می گیریم. برای هر سناریو تصویر ورودی های رابط کاربر را قرار می دهیم. شوک اولیه در لیست شوک های هر دور را با شوک وارد شده توسط کاربر مقایسه می کنیم. همچنین مجموع تمام شوک های وارد شده به هر صنعت را نیز بررسی می کنیم.

۱-۳-۵-۴- قطع ارتباط کامل صنعت تکنولوژی چین با صنعت تکنولوژی آمریکا

قطع ارتباط به معنای شوک ۱۰۰ درصدی و از نوع کاهشی می باشد. همچنین صنعت تکنولوژی در جدول داده-ستانده با کد ۲۶ شناسایی می شود. چین با کلید واژه CHN و آمریکا با کلید واژه USA شناسایی می گردد. با این توضیحات شروع به اجرا می کنیم. در تصویر (۴-۱۹) رابط کاربری کامل شده براساس این تست دیده می شود. فایل داده-ستانده آخرین نسخه جدول داده-ستانده می باشد.

همچنین تصویر (۴-۲۰) روند اجرای انتشار شوک با داده های وارد شده در این رابط کاربری را نشان می دهد.

برای صحت سنجی الگوریتم انتشار شوک، در تصاویر (۴-۲۱) و (۴-۲۲) شوک های حاصل از انتشار شوک اولیه را در فایل خروجی می بینیم. دقت شود برای اینکه اعداد ارقام اعشار کمتری داشته باشند تنها با ۴ رقم اعشار نمایش داده می شوند. بنابراین ضریب ثابت وابستگی ۰ به معنای مقدار وابستگی بسیار کم است.

همان طور که در تصویر (۴-۲۱) دیده می شود، مقدار شوک اولیه به درستی تعریف شده است و به درستی به انتشار در شبکه صورت می پذیرد.

The screenshot shows the 'Shock Diffusion Tool' window. It has a title bar with standard macOS window controls. The main area is divided into several sections:

- Input-Output Table:** A text field containing the path '/Assets/I_2015.CSV'.
- Result File:** A section for saving results. It includes a 'Result File Name' field with 'res' and a 'Path To Save Result' field with '/Users/gheini mahya/Desktop'. A 'Browse' button is next to the path field.
- Importer(Demander):** A section with two dropdown menus for 'Country' (set to 'USA') and 'Sector' (set to '26').
- Exporter(Provider):** A section with two dropdown menus for 'Country' (set to 'CHN') and 'Sector' (set to '26').
- Shock Attributes:** A section with radio buttons for 'Source Of Shock' (Importer and Exporter, with Exporter selected) and 'Shock To' (Intermediate Goods and Final Demands, with Intermediate Goods selected). It also has a 'Shock Amount' field set to '100 %' and a 'Stop At' section with radio buttons for 'Iteration Count' (selected) and 'Threshold' (set to '10').
- Scenario For Importer(Demander):** A section with a label and a list of options.

شکل (۴-۱۹) رابط کاربری کامل شده برای قطع ارتباط صنعت تکنولوژی چین با آمریکا

This screenshot shows the same 'Shock Diffusion Tool' window, but with a 'Progress Information' dialog box overlaid. The dialog box has a title bar and a progress bar that is filled to the 50.0% mark. The background window shows the same settings as the previous screenshot, but the 'Scenario For Importer(Demander)' section now has a list of options:

- Side Effects:** Two radio buttons, both of which are disabled.
- Compensation:** Two radio buttons, both of which are disabled.

 The 'Scenario For Exporter(Provider)' section is also visible at the bottom.

شکل (۴-۲۰) روند انتشار شوک حاصل از قطع ارتباط صنعت تکنولوژی چین با آمریکا

Origin	Target	Origin_Shock	Coefficient	Target-Shock	Iteration
CHN_26	USA_26	-8947.4138	0.007	-62.5392	0
USA_26	ROW_90T96	-62.5392	0	-0.0001	1
USA_26	ROW_86T88	-62.5392	0	-0.0001	1
USA_26	ROW_85	-62.5392	0	-0.0003	1
USA_26	ROW_84	-62.5392	0	-0.0001	1
USA_26	ROW_69T82	-62.5392	0.0002	-0.0154	1
USA_26	ROW_68	-62.5392	0	-0.0002	1
USA_26	ROW_64T66	-62.5392	0	-0.0022	1
USA_26	ROW_62T63	-62.5392	0	-0.0013	1
USA_26	ROW_61	-62.5392	0	-0.0001	1
USA_26	ROW_58T60	-62.5392	0	-0.0004	1
USA_26	ROW_49T53	-62.5392	0.0001	-0.0056	1
USA_26	ROW_45T47	-62.5392	0.0005	-0.0302	1
USA_26	ROW_41T43	-62.5392	0	-0.0002	1
USA_26	ROW_35T39	-62.5392	0	-0.0001	1
USA_26	ROW_31T33	-62.5392	0.0001	-0.0058	1
USA_26	ROW_30	-62.5392	0	-0.0005	1
USA_26	ROW_29	-62.5392	0	-0.0008	1
USA_26	ROW_28	-62.5392	0	-0.003	1
USA_26	ROW_27	-62.5392	0.0001	-0.0071	1
USA_26	ROW_26	-62.5392	0.0015	-0.0939	1
USA_26	ROW_25	-62.5392	0.0001	-0.0063	1
USA_26	ROW_24	-62.5392	0.0003	-0.0214	1
USA_26	ROW_23	-62.5392	0	-0.0004	1
USA_26	ROW_22	-62.5392	0	-0.0016	1
USA_26	ROW_20T21	-62.5392	0.0001	-0.0093	1
USA_26	ROW_19	-62.5392	0	-0.0003	1

شکل (۲۱-۴) شوک های حاصل از انتشار شوک در شبکه

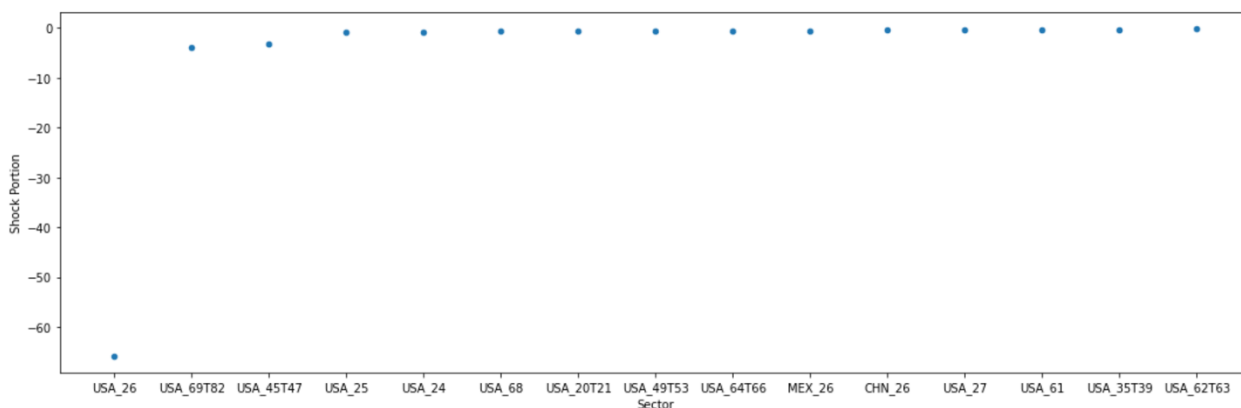
ROW_69T82	ROW_69T82	-0.0154	0.1457	-0.0022	2
ROW_69T82	ROW_68	-0.0154	0.0134	-0.0002	2
ROW_69T82	ROW_64T66	-0.0154	0.0292	-0.0004	2
ROW_69T82	ROW_62T63	-0.0154	0.0136	-0.0002	2
ROW_69T82	ROW_61	-0.0154	0.0119	-0.0002	2
ROW_69T82	ROW_58T60	-0.0154	0.0094	-0.0001	2
ROW_69T82	ROW_55T56	-0.0154	0.0242	-0.0004	2
ROW_69T82	ROW_49T53	-0.0154	0.018	-0.0003	2
ROW_69T82	ROW_45T47	-0.0154	0.0268	-0.0004	2
ROW_69T82	ROW_41T43	-0.0154	0.0123	-0.0002	2
ROW_69T82	ROW_35T39	-0.0154	0.01	-0.0002	2
ROW_69T82	Asia_69T82	-0.0154	0.0072	-0.0001	2
ROW_55T56	ROW_10T12	-0.0009	0.1418	-0.0001	3
ROW_61	ROW_61	-0.0008	0.1852	-0.0002	3
ROW_68	ROW_64T66	-0.0015	0.0804	-0.0001	3
ROW_68	ROW_41T43	-0.0015	0.0767	-0.0001	3
ROW_23	ROW_23	-0.001	0.1011	-0.0001	3
ROW_23	ROW_07T08	-0.001	0.1228	-0.0001	3
ROW_41T43	ROW_41T43	-0.0013	0.1644	-0.0002	3
ROW_35T39	ROW_35T39	-0.0038	0.2341	-0.0009	3
ROW_35T39	ROW_05T06	-0.0038	0.1206	-0.0005	3
Africa_35T39	Africa_35T39	-0.0008	0.3135	-0.0003	3
Asia_55T56	Asia_10T12	-0.0009	0.1395	-0.0001	3
Asia_68	Asia_64T66	-0.0039	0.0622	-0.0002	3
Asia_68	Asia_41T43	-0.0039	0.0396	-0.0002	3
Asia_35T39	ROW_05T06	-0.0083	0.0371	-0.0003	3
Asia_35T39	Asia_86T88	-0.0083	0.0121	-0.0001	3
Asia_35T39	Asia_64T66	-0.0083	0.0239	-0.0002	3

شکل (۲۲-۴) دوره های بعدی انتشار شوک در شبکه

همچنین ۱۵ صنعتی که بیشترین مجموع شوک در دوره های متوالی داشته اند را نیز بررسی می کنیم. شکل (۲۳-۴) از نظر عددی و جدولی این صنایع و شکل (۲۴-۴) از نظر بصری و نمودار نشان می دهد. نکته مهم این است که در اینجا قدر مطلق شوک میزان اثر شوک در نظر گرفته می شود. منفی مقدار شوک را کم نمی کند و تنها اعلام می کند شوک از نوع کاهشی می باشد.

Sector	Shock Portion
USA_26	-65.84806518926185
USA_69T82	-3.800914131601067
USA_45T47	-3.0798196697062705
USA_25	-0.7715879099790554
USA_24	-0.7328728067257451
USA_68	-0.6483679130554896
USA_20T21	-0.6027393763798453
USA_49T53	-0.5796694857472243
USA_64T66	-0.5661103334604854
MEX_26	-0.5410060275783481
CHN_26	-0.3472751274901866
USA_27	-0.2736012822729716
USA_61	-0.27356183134005013
USA_35T39	-0.2617028656888491
USA_62T63	-0.20876469148002738

شکل (۴-۲۳) مجموع شوک های وارد شده به صنایع در اثر شوک قطع ارتباط صنعت تکنولوژی چین با آمریکا – در جدول



شکل (۴-۲۴) شوک های وارد شده به صنایع در اثر شوک قطع ارتباط صنعت تکنولوژی چین با آمریکا – در نمودار

همان طور که انتظار می رفت بیش ترین شوک به صنعت تکنولوژی آمریکا وارد می شود. بعد از آن بیشترین شوک به شرکای تجاری صنعت تکنولوژی آمریکا با بیشترین وابستگی رسیده است. بنابراین الگوریتم در کنار رابط کاربری و با داده های ورودی آن منطقی عمل می کند.

۲-۳-۵-۴- قطع ارتباط کامل صنعت تکنولوژی چین با تمام صنایع آمریکا

در رابط کاربری این امکان وجود دارد که به جای انتخاب یک صنعت مشخص، تمام صنایع یک کشور را انتخاب کنیم. در این قسمت دقیقاً مانند بالا عمل می‌کنیم. فقط تمام صنایع آمریکا را انتخاب می‌کنیم. تصاویر اجرا و خروجی‌ها مانند بخش قبل در ادامه آمده است.

شکل (۲۵-۴) رابط کاربری کامل شده برای قطع ارتباط کامل صنعت تکنولوژی چین با تمام صنایع آمریکا

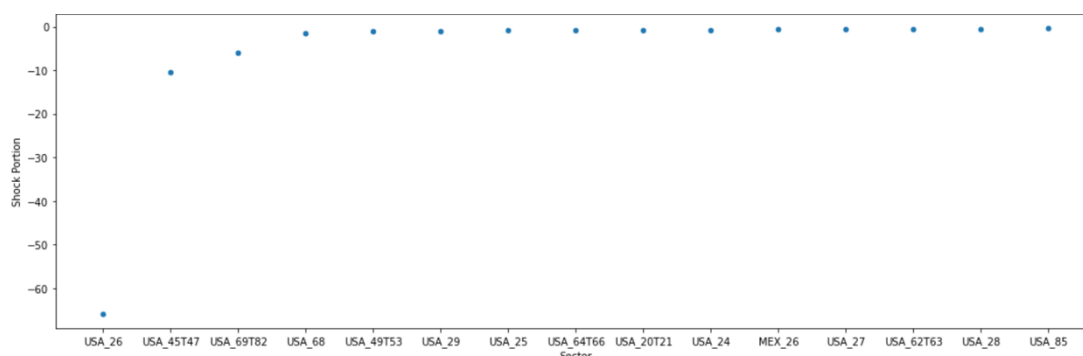
Origin	Target	Origin_Shock	Coefficient	Target-Shock	Iteration
CHN_26	USA_90T96	-2067.0613	0	-0.0018	0
CHN_26	USA_85	-1064.6817	0	-0.0008	0
CHN_26	USA_69T82	-6461.5199	0.0003	-1.9219	0
CHN_26	USA_64T66	-1918.2934	0.0001	-0.1563	0
CHN_26	USA_62T63	-5213.7283	0	-0.2391	0
CHN_26	USA_61	-9303.9167	0	-0.0535	0
CHN_26	USA_58T60	-1115.9248	0.0001	-0.0571	0
CHN_26	USA_49T53	-1082.9057	0.0005	-0.5112	0
CHN_26	USA_45T47	-3611.67	0.002	-7.3593	0
CHN_26	USA_35T39	-474.7503	0	-0.0001	0
CHN_26	USA_31T33	-524.2148	0	-0.0221	0
CHN_26	USA_30	-1558.1561	0.0001	-0.1249	0
CHN_26	USA_29	-10274.647	0.0001	-0.7675	0
CHN_26	USA_28	-2266.7051	0.0001	-0.2621	0
CHN_26	USA_27	-1163.6084	0.0002	-0.2641	0
CHN_26	USA_26	-8947.4138	0.007	-62.5392	0
CHN_26	USA_25	-1430.6934	0.0001	-0.1287	0
CHN_26	USA_24	-67.9792	0.0003	-0.0203	0
CHN_26	USA_23	-329.144	0	-0.011	0
CHN_26	USA_22	-882.6452	0.0001	-0.0827	0
CHN_26	USA_20T21	-391.1585	0.0004	-0.1659	0
CHN_26	USA_19	-18.6577	0	-0.0004	0
CHN_26	USA_17T18	-1313.8341	0.0002	-0.2023	0
CHN_26	USA_16	-293.3551	0	-0.0047	0
CHN_26	USA_13T15	-212.7528	0	-0.0011	0
CHN_26	USA_10T12	-171.879	0	-0.0032	0
USA_10T12	USA_69T82	-0.0032	0.0517	-0.0002	1

شکل (۲۶-۴) شوک‌های حاصل از انتشار شوک قطع ارتباط کامل صنعت تکنولوژی چین با تمام صنایع آمریکا

همان طور که در شکل (۴-۲۶) می بینیم و انتظار می رفت، در دور اول دیگر تنها یک شوک آغازی نداریم بلکه به ازای تمام صنایع آمریکا که با صنعت تکنولوژی چین در ارتباط هستند شوک ایجاد می شود. در شکل های (۴-۲۷) و (۴-۲۸) ۱۵ صنعت با بیش ترین مجموع شوک ها را به صورت جدول و نمودار می بینیم. همان طور که در شکل (۴-۲۶) با بیضی قرمز مشخص شده صنعت تکنولوژی آمریکا با صنعت تکنولوژی چین بیش ترین وابستگی را دارد. بنابراین منطقی است بیش ترین شوک به این صنعت وارد شود. بعد از آن دیگر صنایع آمریکا به ترتیب وابستگی به چین قرار می گیرند.

Sector	Shock Portion
USA_26	-65.92235825408419
USA_69T82	-5.961151206754922
USA_45T47	-10.469452691517022
USA_68	-1.436029713555763
USA_49T53	-1.138497574867268
USA_29	-0.9281448819509153
USA_25	-0.8581048296537203
USA_64T66	-0.8379539903228854
USA_20T21	-0.7189600367335466
USA_24	-0.6876402603972769
MEX_26	-0.5572549672114399
USA_27	-0.5210485263649522
USA_62T63	-0.45743495081337504
USA_28	-0.44781117191914865
USA_85	-0.40065343149034993

شکل (۴-۲۷) مجموع شوک های وارد شده به صنایع در اثر شوک قطع ارتباط صنعت تکنولوژی چین با تمام صنایع آمریکا - در جدول



شکل (۴-۲۸) مجموع شوک های وارد شده به صنایع در اثر شوک قطع ارتباط صنعت تکنولوژی چین با تمام صنایع آمریکا - در نمودار

بنابراین خروجی‌های به دست آمده با انتظارات ما همخوانی دارند و الگوریتم و نرم‌افزار به شکل مناسب در کنار هم و در اتصال به هم کار می‌کنند.

۴-۶- خلاصه و جمع‌بندی

در این بخش ابتدا طریقه پیاده‌سازی الگوریتم انتشار شوک را بررسی کردیم. کتابخانه‌های مورد استفاده و دلیل استفاده از آن‌ها را بیان کردیم. روش کلی اجرا نیز ذکر شد. در ادامه تمام این موارد را برای پیاده‌سازی رابط کاربری نیز بیان کردیم. سعی شد با عکس‌هایی از رابط کاربری رساندن راحت‌تر مفاهیم و اطمینان از صحت رابط کاربری ممکن شود.

در انتها چگونگی اتصال الگوریتم انتشار شوک و رابط کاربری را مشاهده کردیم. در انتها به جهت ارزیابی پیاده‌سازی‌ها تست‌های جداگانه‌ای را در نظر گرفتیم. نتایج حاصل از تست‌ها به همراه عکس خروجی‌ها نیز ضمیمه شدند.

فصل ۵

جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۵-۱- جمع‌بندی

هدف از این پژوهش این بود که الگوریتمی بر پایه مدل لئونتیف طراحی شود، که بتواند تغییرات در قسمتی از شبکه تجاری را به درستی در تمام شبکه منتشر کند. علاوه بر الگوریتم بایستی ابزاری طراحی و پیاده‌سازی می‌شد تا با کمک آن متخصصان به راحتی بتوانند داده‌های مختلف و میزان تغییرات مختلف را تست و نتیجه آن را ببینند.

بدین منظور ابتدا مفاهیم پایه‌ای مربوط به علم اقتصاد، مبادلات میان صنایع و فرآیند انتشار را شناختیم. در گام بعد با ایده گرفتن از محاسبات ریاضیاتی مدل لئونتیف که به دلیل محاسبات ماتریسی پیچیدگی زیادی داشت؛ الگوریتمی جهت انتشار شوک طراحی کردیم. همچنین پیش‌طراحی‌هایی از رابط کاربری را بررسی کردیم. ایرادات هر یک را بررسی و رفع کردیم تا به مدل نهایی و کاربرپسند ترین طراحی رسیدیم.

در انتها الگوریتم و رابط کاربری را پیاده‌سازی کردیم. برای پیاده‌سازی سعی کردیم بهترین و کاراترین کتابخانه‌ها و طراحی‌ها را به کار گیریم. نتایج حاصل از اجرای آن‌ها را بررسی و صحت سنجی کردیم.

۵-۲- نتیجه‌گیری

تغییرات اقتصادی در لایه اول متوقف نمی‌شوند و به صورت زنجیروار در تمام شبکه منتشر می‌شوند. شدت انتشار بسته به میزان وابستگی صنایع است. همچنین هنگام طراحی کاربر بایستی جامعه هدف در نظر گرفته شود و تصمیمات طراحی براساس آن گرفته شود.

۵-۲-۱- نوآوری / دستاوردها

نوآوری‌ها و دستاوردهای این پروژه شامل:

- رابط کاربری کامل و دربرگیرنده تمام نیازمندی‌های فرآیند انتشار شوک
- الگوریتمی بر پایه مدل لئونتیف جهت انتشار شوک

۵-۲-۲- پیشنهادها

اگر در روابط تجاری جهان دقیق شویم، متوجه می‌شویم سناریوهایی به مراتب پیچیده تر از الگوریتم

آماده شده در این پژوهش نیز وجود دارد. پیدا کردن الگوریتم مناسب برای این سناریوها نیازمند مطالعه و تحقیق بیشتر و حتی همکاری با یک اقتصاددان است. اما اگر بتوان سناریوهای بیش‌تری را بررسی کرد و الگوریتم جامع‌تری ارائه داد، به حتم ابزار و الگوریتم بسیار با کیفیت‌تر خواهند شد. همچنین به ابزار انتشار شوک می‌توان تنظیماتی اضافه کرد. مانند تغییر نور صفحه و زبان برنامه. این تغییرات باعث جذب کاربر و همچنین افزایش رضایت کاربران خواهد شد. همچنین آماده‌سازی یک راهنما و لیستی از قابلیت‌های ابزار برای کاربران بسیار پیشنهاد می‌شود.

فصل ٦

مراجع

مراجع

- [1] شیروانی، هومن، مدلسازی و مدیریت انتشار در شبکه‌های تجاری بین صنایع، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران (۱۳۹۹)
- [2] ملاحسینی اردکانی، محمد امین، کاربرد شبکه‌سازی اجتماعی در مدل کردن ساختار تجاری بین کشورها، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران (۱۳۹۶)
- [3] "OECD data", the OECD. <http://data.oecd.org>
- [4] W. Leontief, Input-Output Economics. Oxford University Press, 1986.
- [5] Beckley R, Weatherspoon C, Alexander M, Chandler M, Johnson A, Bhatt GS(2013). Modeling epidemics with differential equations. *Tennessee State University Internal Report*. Retrieved July 19, 2020
- [6] Thomas W. Valente, Social network thresholds in the diffusion of innovations, *Social Networks*, Volume 18, Issue 1, 1996
- [7] <https://pandas.pydata.org>
- [8] <https://networkx.org>
- [9] <https://github.com/networkx/networkx>
- [10] <https://docs.python.org/3/library/csv.html>
- [11] <https://docs.python.org/3/library/os.html>
- [12] <https://docs.python.org/3/library/math.html>
- [13] <https://docs.python.org/3/library/json.html>
- [14] <https://pysimplegui.readthedocs.io/en/latest/>
- [15] <https://github.com/PySimpleGUI/PySimpleGUI/tree/master/DemoPrograms>
- [16] <https://realpython.com/pysimplegui-python/>
- [17] <https://realpython.com/lessons/create-basic-ui-elements/>
- [18] <https://pysimplegui.trinket.io/demo-programs#/demo-programs/intro-to-this-page>

- [19] <https://www.blog.pythonlibrary.org/2021/01/20/pysimplegui-working-with-multiple-windows/>
- [20] <https://holypython.com/gui-with-python-checkboxes-and-radio-buttons-pysimplegui-part-ii/>
- [21] <https://csveda.com/creating-python-gui-radio-and-checkbox/>

Abstract:

Nowadays, one of the most important relations between countries is trading. Trading can cause economic growth and increase of welfare facilities.

Besides trading, diplomatic relations among countries are valuable. Diplomatic decisions made by governments, can directly influence trading relations. This is necessary for economist to understand how different events can affect amount of trading. One the most important and valuable tools for studying changes in trading network is Input-Output Table, introduced by W. Leontief. From 1950 till now this tool is used widely by economists.

Our goal in this research is designing and developing a tool which can diffuse the initial shock in trading network based on Input-Output Table and Leontief's model. Using this tool economists can study different scenarios and make the best economic decision.

Keywords:

Trading Network, Shock Diffusion, Leontief Model, Input-Output Tables



University of Tehran



College of Engineering

School of Electrical and Computer Engineering

Modeling Shock Diffusion Process

Among Sectors in Trade Network

A thesis submitted to the Undergraduate Studies Office

In partial fulfillment of the requirements for

The degree of B.Sc. in

Computer Engineering

By:

Mahya Gheini

Supervisor:

Dr. Maseud Rahgozar